

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-147035

(43)Date of publication of application : 20.05.2004

(51)Int.Cl.

H04Q 3/52

H04B 10/02

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 2002-309227

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing : 24.10.2002

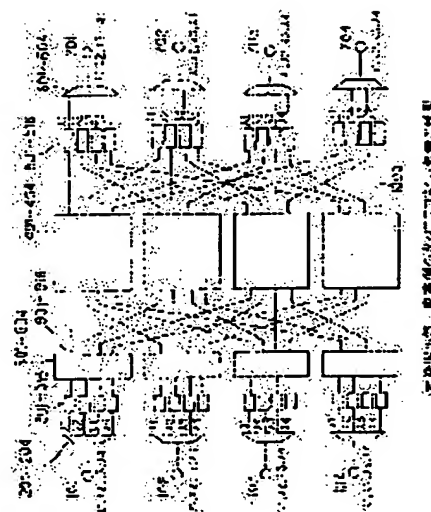
(72)Inventor : OKADA AKIRA  
MATSUOKA SHIGETO  
NOGUCHI KAZUTO  
TANOBE HIROMASA  
SAKAMOTO TAKASHI  
MORIWAKI SETSU

## (54) OPTICAL CROSS-CONNECTION DEVICE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical cross-connection device with excellent extendability.

SOLUTION: In the optical cross-connection device, N (optional integer  $\geq 2$ ) pieces of device input ports 101-104 are respectively connected to: wavelength demultiplexers 201-204 for wavelength-demultiplexing wavelength multiplex optical signals wavelength-multiplexed to M (optional integer  $\geq 1$ ) waves; first wavelength converters 301-316 to which the light of a desired wavelength is supplied from a wavelength variable light source; and  $K \times K$  optical switches 801-804 with which input ports and output ports can form optional one-to-one connections, and the light inputted to one input port is outputted to a different output port respectively depending on the wavelength. The wavelength of the light outputted from one output port is connected in sequence to J (optional integer  $\geq M$ ) pieces of  $I \times I$  array waveguide diffraction gratings 401-404 different for each input port, second wavelength converters 501-516 to which the light of the desired wavelength is supplied from the wavelength variable light source, optical multiplexers 601-604 having L (optional integer  $\geq M$ ) pieces of the input ports, and N pieces of device output ports 701-704. The optical cross-connection device is provided with a controller for controlling the conversion wavelength of the first wavelength converters 301-316, the connection form of the  $K \times K$  optical switches 801-804 and the conversion wavelength of the second wavelength converters 501-516.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

18.01.2005

[Date of sending the examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Kind of final disposal of application other than  
the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-147035

(P2004-147035A)

(43) 公開日 平成16年5月20日 (2004.5.20)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I		テーマコード (参考)
H04Q 3/52	H04Q 3/52	C	5K069
H04B 10/02	H04B 9/00	E	5K102
H04J 14/00	H04B 9/00	U	
H04J 14/02			

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2002-309227 (P2002-309227)	(71) 出願人	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成14年10月24日 (2002.10.24)	(74) 代理人	100078499 弁理士 光石 俊郎
		(74) 代理人	100074480 弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945 弁理士 田中 康幸
		(72) 発明者	岡田 顕 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	松岡 茂登 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

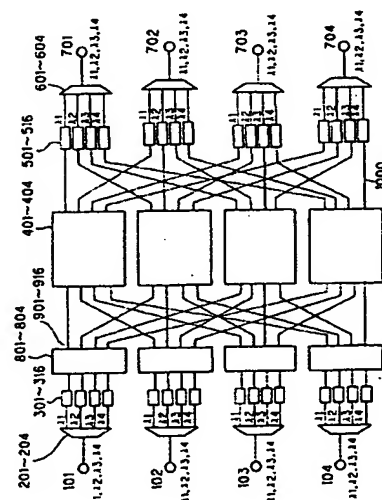
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置

## (57) 【要約】

【課題】 拡張性の優れた光クロスコネクタ装置を実現することである。

【解決手段】  $N$  ( $2$ 以上の任意の整数) 個の各装置入力ポート  $101-104$  に、 $M$  ( $1$ 以上の任意の整数) 波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器  $201-204$ 、波長可変光源から所望の波長の光が供給される第1の波長変換器  $301-316$ 、入力ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる  $K \times K$  光スイッチ  $801-804$ 、一つの入力ポートに入力された光をその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力し、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる  $J$  ( $M$ 以上の任意の整数) 個の  $I \times I$  アレイ導波路回折格子  $401-404$ 、波長可変光源から所望の波長の光が供給される第2の波長変換器  $501-516$ 、 $L$  ( $M$ 以上の任意の整数) 個の入力ポートをもつ光合波器  $601-604$ 、 $N$  個の装置出力ポート  $701-704$  に順に接続し、第1の波長変換器  $301-316$  の変換波長、 $K \times K$  光スイッチ  $801-804$  の接続形態、並びに第2の



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

N（2以上の任意の整数）個の装置入力ポート及びN個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置であって、  
前記N個の各装置入力ポートには、M（1以上の任意の整数）波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、  
前記波長分離器の出力ポートには第1の波長変換器が接続され、  
前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、  
前記波長分離器の各出力ポートに接続された前記波長変換器の出力ポートは、K（M以上の整数）個の入力ポート及びK個の出力ポートを有し、入力ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる $K \times K$ 光スイッチのいずれか一つの入力ポートに光導波路を介して接続され、  
前記N個の各装置出力ポートには、L（M以上の任意の整数）個の入力ポートをもつ光合波器の出力ポートが光導波路を介して接続され、  
前記光合波器の適当なM個の入力ポートには、第2の波長変換器の出力ポートが光導波路を介して接続され、  
前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、  
前記光スイッチの後段には、I（M以上の任意の整数）個の入力ポート及びI個の出力ポートを有し、一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長が入力ポート毎に異なる $I \times I$ アレイ導波路回折格子をJ（M以上の任意の整数）個具備し、前記光スイッチの各出力ポートはそれぞれ、異なる前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに接続され、  
同一の前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介して接続されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

## 【請求項2】

N（2以上の任意の整数）個の装置入力ポート及びN個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置であって、  
前記N個の各装置入力ポートには、M（1以上の任意の整数）波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、  
前記波長分離器の各出力ポートは、K（M以上の整数）個の入力ポート及びK個の出力ポートを有し、入力ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる $K \times K$ 光スイッチの適当な入力ポートに光導波路を介して接続され、  
前記 $K \times K$ 光スイッチの各出力ポートには、第1の波長変換器が接続され、  
前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、  
前記第1の波長変換器の後段には、I（M以上の任意の整数）個の入力ポート及びI個の出力ポートを有し、一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる $I \times I$ アレイ導波路回折格子をJ（M以上の任意の整数）個具備し、  
同一の前記 $K \times K$ 光スイッチの各出力ポートに接続された前記第1の波長変換器はそれぞれ、異なる前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに光導波路を介して接続され、  
同一の前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介し

て接続され、

前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給されていることを特徴とする光クロスコネク

ト装置。

【請求項3】

N（2以上の任意の整数）個の装置入力ポート及びN個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネク

ト装置であって、

前記N個の各装置入力ポートには、M（1以上の任意の整数）波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、

10

前記波長分離器の適当なM個の出力ポートには第1の波長変換器が光導波路を介して接続され、

前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、

前記N個の各装置出力ポートには、L（M以上の任意の整数）個の入力ポートをもつ光合波器の出力ポートが光導波路を介して接続され、

前記光合波器の適当なM個の入力ポートには、第2の波長変換器の出力ポートが光導波路を介して接続され、

前記波長分離器の適当なM個の出力ポートに接続された前記第1の波長変換器の出力ポートの後段には、I（M以上の任意の整数）個の入力ポート及びI個の出力ポートを有し、

20

一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なるI×Iアレイ導波路回折格子をJ（M以上の任意の整数）個具備し、

同一の前記波長分離器の適当なM個の出力ポートに接続された前記第1の波長変換器の出力ポートはそれぞれ、異なる前記I×Iアレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに接続され、

同一の前記I×Iアレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介して接続され、

前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、

30

ていることを特徴とする光クロスコネク

ト装置。

【請求項4】

請求項1又は2に記載の光クロスコネク

ト装置において、前記第1の波長変換器、前記K×K光スイッチ、前記波長可変光源並びに前記第2の波長変換器を制御する制御装置を具備していることを特徴とする光クロスコネク

ト装置。

【請求項5】

請求項3に記載の光クロスコネク

ト装置において、前記第1の波長変換器並びに前記第2の波長変換器を制御する制御装置を具備していることを特徴とする光クロスコネク

40

ト装置。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか記載の光クロスコネク

ト装置において、前記波長変換器は、半導体光増幅素子を用いた相互位相変調特性を利用するマツハツェンダ干渉計型波長変換回路で構成されていることを特徴とする光クロスコネク

ト装置。

【請求項7】

請求項1乃至5のいずれか記載の光クロスコネク

ト装置において、前記波長変換器は、半導体光増幅素子の相互利得変調特性を利用した波長変換回路で構成されていることを特徴とする光クロスコネク

ト装置。

【請求項8】

請求項1乃至5のいずれか記載の光クロスコネク

50

前記波長変換器は、入力する光信号を電気信号に変換する光電気変換器と、前記光電気変換器の電気信号によって駆動する光変調器で構成されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の光クロスコネクタ装置において、前記波長可変光源は、多電極回折格子分布反射型半導体レーザであることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 8 のいずれか記載の光クロスコネクタ装置において、前記波長可変光源は、異なる波長の連続光を発光する  $N$  ( $1$  以上の整数) 個の単体光源と、前記複数の単体光源が入力ポートに接続された光合波器と、前記光合波器の出力ポートが接続された光分波器と、前記光分波器の各出力ポートに接続された光分波器と、前記光分波器の各出力ポートに接続された、 $N$  個の入力ポート、 $1$  個の出力ポートをもつ  $N \times 1$  光スイッチとによって構成されていることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光クロスコネクタ装置に関する。即ち、複数の入力ポート及び複数の出力ポートを有し、各入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

ブロードバンドサービスの普及、各企業のネットワークを介した情報交換など、通信ネットワークを利用した情報流通社会が進展している。情報流通社会においては、通信トラフィックは常に増加しており、通信ネットワークの大容量化、高速化の要求は絶えることがない。

【0003】

波長分割多重 (WDM) 通信技術の導入により、光ファイバ 1 本あたりの伝送容量は急激に増加した。

WDM 通信技術は、確かにポイントツーポイントのノード間伝送容量を大幅に増大させたが、ネットワークを構築する場合にはノードにおいて波長多重された光信号を波長ごとに分離し、各光信号内のデータパケットをパケット毎にルーティングする必要がある。しかしながら、伝送速度の高速化、大容量化に伴い、電気による膨大な信号のルーティング処理能力に限界がある。

【0004】

この問題の解決手段として、ノードにおいて光信号を光電気変換せずに光レイヤでルーティングする光パスルーティング技術が提案されている (例えば、非特許文献 1 参照。)。この技術では、図 11 に示すようにノード間を光伝送路 10 を介して光で結び、各ノードにおいてはそのノード宛の光信号のみを光受信器 20 で光電気変換し、これ以外の光信号については光電気変換せずに光の状態 (光レイヤ) で所望の出力ポートに出力し、目的のノードに送る。

【0005】

ノードに入力される光信号をすべて光電気変換しないことから、電気処理の負荷を大幅に削減することが期待できる。

この技術を実現するうえで重要となる装置が、各ノードにおける光クロスコネクタ装置 50 であり、入力された光信号を任意の方路に切替える機能をもつ。

波長周回性アレイ導波路回折格子と波長変換を用いて実現される従来技術による光クロスコネクタ装置の基本構成を図 10 に示す。

10

20

30

40

50

簡単のために４個の入出力ポートをもつ光クロスコネクタについて図示した。

【０００６】

図１０において、１０１～１０４及び７０１～７０４はそれぞれ光クロスコネクタ装置の装置入力ポート及び装置出力ポート、２０１～２０４及び６０１～６０４はそれぞれ波長分離器、光合波器、５０１～５３２は波長変換器、４０００は１６×１６波長周回性アレ導波路回折格子（波長周回性ＡＷＧ）である。

図１０に示した従来技術の動作について簡単に説明する。

各入力ポート１０１～１０４に４波（各波長を $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_4$ とする）の波長多重光信号が入力すると、波長分離器２０１～２０４により、波長多重光信号は波長ごとに分離される。

10

【０００７】

１６×１６波長周回性ＡＷＧ４０００は、表１のように、一つの入力ポートに入力された光がその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる、という特性を有している。

【０００８】

【表１】

## 入力ポート

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$	$\lambda_{112}$	$\lambda_{113}$	$\lambda_{114}$	$\lambda_{115}$	$\lambda_{116}$
2	$\lambda_{18}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$	$\lambda_{112}$	$\lambda_{113}$	$\lambda_{114}$	$\lambda_{115}$
3	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$	$\lambda_{112}$	$\lambda_{113}$	$\lambda_{114}$
4	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$	$\lambda_{112}$	$\lambda_{113}$
5	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$	$\lambda_{112}$
6	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$	$\lambda_{111}$
7	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$	$\lambda_{110}$
8	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$	$\lambda_{19}$
9	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$	$\lambda_{18}$
10	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{17}$
11	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$
12	$\lambda_{6}$	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$
13	$\lambda_{5}$	$\lambda_{6}$	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$
14	$\lambda_{4}$	$\lambda_{5}$	$\lambda_{6}$	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$
15	$\lambda_{3}$	$\lambda_{4}$	$\lambda_{5}$	$\lambda_{6}$	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$
16	$\lambda_{2}$	$\lambda_{3}$	$\lambda_{4}$	$\lambda_{5}$	$\lambda_{6}$	$\lambda_{7}$	$\lambda_{8}$	$\lambda_{9}$	$\lambda_{10}$	$\lambda_{11}$	$\lambda_{12}$	$\lambda_{13}$	$\lambda_{14}$	$\lambda_{15}$	$\lambda_{16}$	$\lambda_{11}$

## 出力ポート

従来技術において波長周回性AWGの入出力ポート間の波長関係を説明する図

【0009】

表1は、従来技術において波長周回性AWGの入出力ポート間の波長関係を示す表である

。従って、各入力ポートにおいて波長分離器201～204によって波長ごとに分離された光信号を所望の波長に設定することにより、各光信号が波長周回性AWG4000の同一の出力ポートに出力されることなく、目的の出力ポート701～704に接続されている

10

20

30

40

50



波長変換器516～532に光信号をルーティングすることが可能となる。  
光信号の接続の1例を図12に示す。

【0010】

図12は、従来技術において波長周回性AWGの入出力ポート間の波長関係を示す表である。

図12に示すように、波長変換器516～532にルーティングされた光信号は、波長合波器601～604によって合波される波長に変換され、出力ポート701～704に出力する。

【0011】

【非特許文献1】

K. Kato et al., "32 x 32 full-mesh (1024 path) wavelength-routing WDM network based on uniform-loss cyclic-frequency arrayed-waveguide grating," Electronics Letters, vol. 33, 1865-1866, 1997.

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術によって実現される光クロスコネクタ装置では、入出力ポート数をそれぞれN個、各入力ポートに入力される波長多重光信号の多重波長数をM個とすると、波長周回性AWGの入出力ポート数は、それぞれM×Nであり、それに伴ってルーティングに必要な波長数は、M×Nとなる。

上記の例では、N=4、M=4であるので、装置としてルーティングに必要な波長数は16 ( $\lambda_1 \sim \lambda_{16}$ ) となる。

また、一般的な光増幅器の波長帯域は1530nm～1565nmであり、波長周回性AWGの入力波長間隔は、35nm/(M×N) となり、ポート数の増加にともなって、波長周回性AWGの波長間隔は小さくなる。

【0013】

このように、従来技術によって実現される光クロスコネクタ装置では、入力ポート数の増加及び波長多重光信号の多重度の増加にともなって、波長周回性AWGの入出力ポート数並びにルーティングに必要な波長数が大幅に増加すると同時に、波長周回性AWGの隣接するポート間の波長間隔が大幅に小さくなる。

製造できる波長周回性AWGの入出力ポート数には限界があり、波長周回性AWGの隣接するポート間の波長間隔が小さくなると光信号の変調帯域に制限が生じ、またポート間のクロストークの影響も増大する。

【0014】

このように、従来技術による光クロスコネクタ装置は拡張性の観点から大きな問題となっている。

本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、拡張性の優れた光クロスコネクタ装置を実現することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の光クロスコネクタ装置は、N (2以上の任意の整数) 個の装置入力ポート及びN個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置であって、前記N個の各装置入力ポートには、M (1以上の任意の整数) 波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、前記波長分離器の出力ポートには第1の波長変換器が接続され、前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、前記波長分離器の各出力ポートに接続された前記第1の波長変換器の出力ポートは、K (M以上の整数) 個の入力ポート及びK個の出力ポートを有し、入力

ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる $K \times K$ 光スイッチのいずれか一つの入力ポートに光導波路を介して接続され、前記 $N$ 個の各装置出力ポートには、 $L \cdot (M$ 以上の任意の整数)個の入力ポートをもつ光合波器の出力ポートが光導波路を介して接続され、前記光合波器の適当な $M$ 個の入力ポートには、第2の波長変換器の出力ポートが光導波路を介して接続され、前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、前記光スイッチの後段には、 $I$  ( $M$ 以上の任意の整数)個の入力ポート及び $I$ 個の出力ポートを有し、一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる $I \times I$ アレイ導波路回折格子を $J$  ( $M$ 以上の任意の整数)個具備し、前記光スイッチの各出力ポートはそれぞれ、異なる前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに接続され、同一の前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介して接続されていることを特徴とする。

#### 【0016】

また、 $N$  ( $2$ 以上の任意の整数)個の装置入力ポート及び $N$ 個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置であって、前記 $N$ 個の各装置入力ポートには、 $M$  ( $1$ 以上の任意の整数)波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、前記波長分離器の各出力ポートは、 $K$  ( $M$ 以上の整数)個の入力ポート及び $K$ 個の出力ポートを有し、入力ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる $K \times K$ 光スイッチの適当な入力ポートに光導波路を介して接続され、前記 $K \times K$ 光スイッチの各出力ポートには、第1の波長変換器が接続され、前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、前記第1の波長変換器の後段には、 $I$  ( $M$ 以上の任意の整数)個の入力ポート及び $I$ 個の出力ポートを有し、一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる $I \times I$ アレイ導波路回折格子を $J$  ( $M$ 以上の任意の整数)個具備し、同一の前記 $K \times K$ 光スイッチの各出力ポートに接続された前記第1の波長変換器はそれぞれ、異なる前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに光導波路を介して接続され、同一の前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介して接続され、前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給されていることを特徴とする。

#### 【0017】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記第1の波長変換器、前記 $K \times K$ 光スイッチ、前記波長可変光源並びに前記第2の波長変換器を制御する制御装置を具備していることを特徴とする。

#### 【0018】

また、 $N$  ( $2$ 以上の任意の整数)個の装置入力ポート及び $N$ 個の装置出力ポートを有し、各装置入力ポートには入力する波長多重された光信号を所望の前記装置出力ポートに出力する光クロスコネクタ装置であって、前記 $N$ 個の各装置入力ポートには、 $M$  ( $1$ 以上の任意の整数)波に波長多重された波長多重光信号を波長分離する波長分離器の入力ポートが光導波路により接続され、前記波長分離器の適当な $M$ 個の出力ポートには第1の波長変換器が光導波路を介して接続され、前記第1の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給され、前記 $N$ 個の各装置出力ポートには、 $L$  ( $M$ 以上の任意の整数)個の入力ポートをもつ光合波器の出力ポートが光導波路を介して接続され、前記光合波器の適当な $M$ 個の入力ポートには、第2の波長変換器の出力ポートが光導波路を介して接続され、前記波長分離器の適当な

M個の出力ポートに接続された前記第1の波長変換器の出力ポートの後段には、I (M以上の任意の整数) 個の入力ポート及びI個の出力ポートを有し、一つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる出力ポートに出力され、かつ一つの出力ポートから出力される光の波長は入力ポート毎に異なる $I \times I$ アレイ導波路回折格子をJ (M以上の任意の整数) 個具備し、同一の前記波長分離器の適当なM個の出力ポートに接続された前記第1の波長変換器の出力ポートはそれぞれ、異なる前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子の適当な入力ポートに接続され、同一の前記 $I \times I$ アレイ導波路回折格子にある出力ポートはそれぞれ、異なる前記光合波器の入力ポートに接続された適当な前記第2の波長変換器の入力ポートに光導波路を介して接続され、前記第2の波長変換器には、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給することができる波長可変光源から所望の波長の光が供給されていることを特徴とする。 10

【0019】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記第1の波長変換器、前記波長可変光源並びに前記第2の波長変換器を制御する制御装置を具備していることを特徴とする。

【0020】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記第1の波長変換器並びに前記第2の波長変換器を制御する制御装置を具備していることを特徴とする。

【0021】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記波長変換器が、半導体光増幅素子を用いた相互位相変調特性を利用するマッハツェンダ干渉計型波長変換回路で構成されていること特徴とする。 20

【0022】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記波長変換器は、半導体光増幅素子の相互利得変調特性を利用した波長変換回路で構成されていること特徴とする。

【0023】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記波長変換器は、入力する光信号を電気信号に変換する光電気変換器と、前記光電気変換器の電気信号によって駆動する光変調器で構成されていることを特徴とする。

【0024】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記波長可変光源は、多電極回折格子分布反射型半導体レーザであることを特徴とする。 30

【0025】

また、これら光クロスコネクタ装置において、前記波長可変光源は、異なる波長の連続光を発光するN (1以上の整数) 個の単体光源と、前記複数の単体光源が入力ポートに接続された光合波器と、前記光合波器の出力ポートが接続された光分波器と、前記光分波器の各出力ポートに接続された光分波器と、前記光分波器の各出力ポートに接続された、N個の入力ポート、1個の出力ポートをもつ $N \times 1$ 光スイッチとによって構成されていることを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、図面に従って本発明を詳しく説明する。

なお、以下の実施の形態では、本発明装置の装置入力ポート及び装置出力ポートの数N、並びに各装置入力ポートに入力される波長多重光信号の波長数Mとして、それぞれ4を例にとって説明しているが、これに限定されるものではなく、Nは2以上の整数であればよく、Mは1以上であればよい。

【0027】

【実施例1】

本発明の光クロスコネクタ装置の第1の形態を図1に示す。

図1において、101~104及び701~704はそれぞれ本発明装置の装置入力ポート、装置出力ポート、201~204は波長分離器、301~316は第1の波長変換器 50

、801～804は入出力ポートをそれぞれ4個もつ4×4光スイッチ、901～916は4×4光スイッチ801～804の出力ポート、501～516は第2の波長変換器、401～404は入出力ポートをそれぞれ4個もつ4×4アレイ導波路回折格子（以後、4×4-AWGと呼ぶ）、601～604は光合波器、1000は光ファイバである。

【0028】

また、図を簡略化するために、第1及び第2の波長変換器301～316、501～516の変換波長、4×4光スイッチ801～804の接続形態を制御する制御装置は省略した。

また同様に、第1の波長変換器301～316及び第2の波長変換器501～516に、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給する波長可変光源についても図から省略した。 10

【0029】

波長分離器201～204としては、石英系光導波路で形成されたアレイ導波路回折格子型波長分離器、4×4アレイ導波路回折格子401～404としては、石英系光導波路型アレイ導波路回折格子、光合波器601～604としては、石英系光導波路で形成されたアレイ導波路回折格子型光合波器、4×4光スイッチ801～804としては、石英系光導波路型4×4光スイッチを用いる。

4×4光スイッチ801～804は、入力ポートと出力ポートが任意の1対1接続を形成できる。

【0030】

本実施例では、4×4-AWG401～404の各入力ポートと4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916、並びに4×4-AWG401～404の各出力ポートと第2の波長変換器501～516は光ファイバ1000で接続されている。

これらの接続関係を表2に示した。

【0031】

【表2】

4×4-AWG入出力ポート			
光スイッチ 出力ポート	入力ポート 番号	出力ポート 番号	第2の波長 変換器
901	1	1	501
905	2	2	505
909	3	3	509
913	4	4	513

4×4-AWG 401

4×4-AWG入出力ポート			
光スイッチ 出力ポート	入力ポート 番号	出力ポート 番号	第2の波長 変換器
902	1	1	502
906	2	2	506
910	3	3	510
914	4	4	514

4×4-AWG 402

4×4-AWG入出力ポート			
光スイッチ 出力ポート	入力ポート 番号	出力ポート 番号	第2の波長 変換器
903	1	1	503
907	2	2	507
911	3	3	511
915	4	4	515

4×4-AWG 403

4×4-AWG入出力ポート			
光スイッチ 出力ポート	入力ポート 番号	出力ポート 番号	第2の波長 変換器
904	1	1	504
908	2	2	508
912	3	3	512
916	4	4	516

4×4-AWG 404

第一の実施例において4×4-AWG401～404の各入出力ポートと各4×4  
光スイッチの出力ポートおよび第2の波長変換器の接続関係

【0032】

表2は、第一実施例において4×4-AWG401～404の各入出力ポートと各4×4  
光スイッチ801～804の出力ポート901～916及び第2の波長変換器501～5  
16の接続関係を示す表である。

この表2より、例えば4×4-AWG403の入力ポート1には4×4光スイッチ801  
の出力ポート903が、また同403の出力ポート1には第2の波長変換器503が接続  
されていることがわかる。

【0033】

4×4-AWGは、1つの入力ポートに入力された光はその波長に応じてそれぞれ異なる  
出力ポートから出力され、かつ異なる入力ポートから入力された同じ波長の光は同じ出力  
ポートに出力されることはない、という特徴をもつ。

表3、表4は、本実施例で用いる4×4-AWGの入力ポート及び出力ポート間を結ぶ波

長の一例を示したものであり、表 3 は使用波長に周回性のある場合、表 4 は使用波長に周回性がない場合のそれぞれについて示している。

【0034】

【表 3】

を説明する図

第一の実施例において波長周回性をもつNXN-AWG(N=4)の入出力ポート間の波長関係

		出力ポート			
入力ポート	1	1	2	3	4
	2	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
	3	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$
	4	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
4X4-AWG 401					
		出力ポート			
入力ポート	1	1	2	3	4
	2	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
	3	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$
	4	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
4X4-AWG 402					
		出力ポート			
入力ポート	1	1	2	3	4
	2	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
	3	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$
	4	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
4X4-AWG 403					
		出力ポート			
入力ポート	1	1	2	3	4
	2	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
	3	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$
	4	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$
4X4-AWG 404					
		出力ポート			
入力ポート	1	1	2	3	4
	2	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$
	3	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$
	4	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_1$	$\lambda_2$

【0035】

【表 4】

10

20

30

40

50

出力ポート

入力ポート	1	2	3	4
1	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
2	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
3	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
4	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$

4X4-AWG 401

出力ポート

入力ポート	1	2	3	4
1	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
2	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
3	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$
4	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$

4X4-AWG 402

出力ポート

入力ポート	1	2	3	4
1	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
2	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$
3	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
4	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$

4X4-AWG 403

出力ポート

入力ポート	1	2	3	4
1	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$
2	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
3	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
4	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$

4X4-AWG 404

第一の実施例において波長周回性をもたないN×N-AWG(N=4)の入出力ポート間の波長関係を説明する図

## 【0036】

表3は、第一の実施例において波長周回性をもつN×N-AWG(N=4)の入出力ポート間の波長関係を示す表であり、表4は第一の実施例において波長周回性をもたないN×N-AWG(N=4)の入出力ポート間の波長関係を示す表である。

例えば、表3において、4×4-AWG401の入力ポート1に $\lambda 1 \sim \lambda 4$ の波長の光信号が入力されると、 $\lambda 1$ の光信号は出力ポート1に、 $\lambda 2$ の光信号は出力ポート2に、 $\lambda 3$ の光信号は、出力ポート3に、 $\lambda 4$ の光信号は出力ポート4に出力される。

## 【0037】

4×4-AWG401～404が表3又は表4に示す特性をもつとき、表2より、4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916と第2の波長変換器501～516は4×4-AWG401～404を介して波長によって結ばれることになる。

## 【0038】

第2の波長変換器501～504はそれぞれに入力される光信号の波長を、光合波器601によって装置出力ポート701に出力される波長に変換する。

同様に、第2の波長変換器505～508はそれぞれに入力される光信号の波長を光合波器602によって装置出力ポート702に出力される波長に、第2の波長変換器509～512はそれぞれに入力される光信号の波長を光合波器603によって装置出力ポート703に出力される波長に、第2の波長変換器513～516はそれぞれに入力される光信号の波長を光合波器604によって装置出力ポート704に出力される波長に変換する。

これにより、第2の波長変換器501～504に入力された光信号は装置出力ポート701から、第2の波長変換器505～508に入力された光信号は装置出力ポート702から、第2の波長変換器509～512に入力された光信号は装置出力ポート703から、第2の波長変換器513～516に入力された光信号は装置出力ポート704から出力する。

## 【0039】

表2、表3、並びに上記で説明した第2の波長変換器の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、表5では、4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもつ4×4-AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示した。

## 【0040】

## 【表5】



光スイッチ801の  
出力ポート

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
λ1				λ2				λ3				λ4			
901	λ1								λ4				λ1		
902		λ2			λ3					λ1				λ2	
903			λ3			λ4					λ2				λ3
904				λ4			λ1								

光スイッチ802の  
出力ポート

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
λ2				λ3				λ4				λ1			
905					λ4				λ1				λ2		
906		λ3				λ1				λ2				λ3	
907			λ4				λ2				λ3				λ4
908				λ1											

光スイッチ803の  
出力ポート

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
λ3				λ4				λ1				λ2			
909									λ2				λ3		
910		λ4			λ1					λ3				λ4	
911			λ1			λ2					λ4				λ1
912				λ2			λ3								

光スイッチ804の  
出力ポート

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
	λ4				λ1			λ2				λ3			
913									λ3				λ4		
914		λ1			λ2					λ4				λ1	
915			λ2			λ3					λ1				λ2
916				λ3			λ4								

第一の実施例において光スイッチ801～804の出力ポートと第二の波長変換器の波長周回性をもつN×N-AWGを介した波長による接続関係

## 【0041】

表5は、第一実施例において4×4光スイッチ801～804の出力ポートと第二の波長変換器の波長周回性をもつN×N-AWGを介した波長による接続関係を示す表である。例えば、4×4光スイッチ803の出力ポート910は、第2の波長変換器502と4×4-AWG403を介して波長λ4で結ばれ、装置出力ポート701から出力する。

## 【0042】

また表6では、表2、表4、並びに上記で説明した第2の波長変換器の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもたない4×4-AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、4×4光スイッチ801～804の各出力ポート901～916と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示した。

## 【0043】

## 【表6】

光スイッチ801の出力ポート				光スイッチ802の出力ポート				光スイッチ803の出力ポート				光スイッチ804の出力ポート			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
λ1				λ2				λ3				λ4			
	λ2				λ3				λ4				λ5		
		λ3				λ4				λ5				λ6	
			λ4				λ5				λ6				λ7
				λ5				λ6				λ7			
					λ6				λ7				λ8		
						λ7				λ8				λ9	
							λ8				λ9				λ10
								λ9				λ10			
									λ10				λ11		
										λ11				λ12	
											λ12				λ13
												λ13			λ14
													λ14		λ15
														λ15	λ16

第一の実施例において光スイッチ801～804の出力ポートと第二の波長変換器の波長周回性をもたないN×N-AWGを介した波長による接続関係

#### 【0044】

表6は、第一実施例において4×4光スイッチ801～804の出力ポートと第二の波長変換器の波長周回性をもたないN×N-AWGを介した波長による接続関係を示す表である。

次に本発明の光クロスコネクタ装置の動作を、波長周回性をもつ4×4-AWG401～404を用いた場合について、1つの接続ケースを例にとり説明する。

ここで、各装置入力ポート101～104に入力される波長多重された4波の光信号の波長をそれぞれλ1、λ2、λ3、λ4とする。

#### 【0045】

第1のケースの接続形態を図2に示す。

第1のケースでは、装置入力ポート101～104のそれぞれに入力される波長多重光信号λ1～λ4は、下記(1)～(4)の接続形態で装置出力ポート701～704に出力される。

#### 【0046】

(1) 装置入力ポート101に入力される光信号λ1、λ2、λ3、λ4はそれぞれ、第2の波長変換器501を介して装置出力ポート701に、第2の波長変換器506を介して装置出力ポート702に、第2の波長変換器511を介して装置出力ポート703に、

第2の波長変換器516を介して装置出力ポート701に出力される。

【0047】

(2) 装置入力ポート102に入力される光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ はそれぞれ、第2の波長変換器505を介して装置出力ポート702に、第2の波長変換器510を介して装置出力ポート703に、第2の波長変換器515を介して装置出力ポート704に、第2の波長変換器504を介して装置出力ポート701に出力される。

【0048】

(3) 装置入力ポート103に入力される光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ はそれぞれ、第2の波長変換器509を介して装置出力ポート703に、第2の波長変換器514を介して装置出力ポート704に、第2の波長変換器503を介して装置出力ポート701に、第2の波長変換器508を介して装置出力ポート702に出力される。

【0049】

(4) 装置入力ポート104に入力される光信号 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ はそれぞれ、第2の波長変換器513を介して装置出力ポート704に、第2の波長変換器502を介して装置出力ポート701に、第2の波長変換器507を介して装置出力ポート702に、第2の波長変換器512を介して装置出力ポート703に出力される。

【0050】

上記(1)～(4)がどのように実現されるか、以下に具体的に説明する。  
各装置入力ポート101～104に入力する波長多重された4波の光信号は、波長分離器201～204によって分離され、分離された各波長の光信号は第1の波長変換器301～316に導かれ、それぞれ4×4光スイッチ801～804の入力ポートに入力される。

【0051】

4×4光スイッチ801～804の出力ポート901～916と装置出力ポート701～704は、光の波長によって表5のように接続することができる。

従って、装置入力ポート101に入力された光信号 $\lambda 1$ は、波長変換器301によって波長 $\lambda 1$ に波長変換したのちに、4×4光スイッチ801の出力ポート901に出力することにより、第2の波長変換器501に導かれ、同501によって $\lambda 1$ に波長変換されたのち、光合波器601を介して装置出力ポート701に出力される。

【0052】

同様に、装置入力ポート101に入力された光信号 $\lambda 2$ は、波長変換器302によって波長 $\lambda 3$ に波長変換したのちに、4×4光スイッチ801の出力ポート902に出力することにより、第2の波長変換器506に導かれ、同506によって $\lambda 2$ に波長変換されたのち、光合波器602を介して装置出力ポート702に出力される。

【0053】

同様に、装置入力ポート101に入力された光信号 $\lambda 3$ は、波長変換器303によって波長 $\lambda 1$ に波長変換したのちに、4×4光スイッチ801の出力ポート903に出力することにより、第2の波長変換器511に導かれ、同511によって $\lambda 3$ に波長変換されたのち、光合波器603を介して装置出力ポート703に出力される。

【0054】

同様に、装置入力ポート101に入力された光信号 $\lambda 4$ は、波長変換器304によって波長 $\lambda 3$ に波長変換したのちに、4×4光スイッチ801の出力ポート904に出力することにより、第2の波長変換器516に導かれ、同516によって $\lambda 4$ に波長変換されたのち、光合波器604を介して装置出力ポート704に出力される。

【0055】

同様に、装置入力ポート102に入力された光信号 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ は、表5に則って、第1の波長変換器によって所望の波長に変換したのちに4×4光スイッチ802の所望の出力ポート905～908に出力することにより、目的の第2の波長変換器に導かれ、第2の波長変換器によって所望の波長に波長変換されたのち、光合波器601～604を介して装置出力ポート701～704に出力される。

## 【0056】

同様に、装置入力ポート103に輸入された光信号 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ は、表5に則って、第1の波長変換器によって所望の波長に変換したのちに4×4光スイッチ803の所望の出力ポート909～912に出力することにより、目的の第2の波長変換器に導かれ、第2の波長変換器によって所望の波長に波長変換されたのち、光合波器601～604を介して装置出力ポート701～704に出力される。

## 【0057】

同様に、装置入力ポート104に輸入された光信号 $\lambda 1 \sim \lambda 4$ は、表5に則って、第1の波長変換器によって所望の波長に変換したのちに4×4光スイッチ804の所望の出力ポート913～916に出力することにより、目的の第2の波長変換器に導かれ、第2の波長変換器によって所望の波長に波長変換されたのち、光合波器601～604を介して装置出力ポート701～704に出力される。

## 【0058】

本実施例では、一つのケースのみについて説明したが、表5又は表6に示した規則に基づいて、各第1の波長変換器301～316の波長変換波長、各4×4光スイッチ801～804の入出力ポートの接続状態、及び各第2の波長変換器501～516の波長変換波長を設定することにより、各装置入力ポートに輸入される波長多重光信号の各波長を、任意の組み合わせで各装置入力ポートに接続された光合波器の入力ポートに出力することができ、光クロスコネクタ装置として動作する。

## 【0059】

以上のように、本発明の光クロスコネクタ装置は、入出力ポート数をそれぞれN個、各入力ポートに輸入される波長多重光信号の多重波長数をM個とすると、 $S \times S$ -AWG (Sは整数)に必要な入出力ポート数は、それぞれM、即ち $S=M$ であり、またそれに伴ってルーティングに必要な波長数は、 $S \times S$ -AWGに波長周回性がある場合にはM個、 $S \times S$ -AWGに波長周回性がない場合に $2M-1$ となる。

## 【0060】

一方、従来技術によって実現される光クロスコネクタ装置では、入出力ポート数をそれぞれN個、各入力ポートに輸入される波長多重光信号の多重波長数をM個とすると、 $S \times S$ -AWGの入出力ポート数は、それぞれ $M \times N$ であり、それに伴ってルーティングに必要な波長数は、 $S \times S$ -AWGに波長周回性がある場合には $M \times N$ 個、 $S \times S$ -AWGに波長周回性がない場合に $2M \times N - 1$ となる。

## 【0061】

本実施例の構成、即ち $N=4$ 、 $M=4$ を用いて、本発明と従来技術を比較すると、本発明による光クロスコネクタ装置では、 $S \times S$ -AWG (Sは整数)に必要な入出力ポート数は、それぞれ4、即ち $S=4$ であり、またそれに伴ってルーティングに必要な波長数は、 $4 \times 4$ -AWGに波長周回性がある場合には4個、 $4 \times 4$ -AWGに波長周回性がない場合に7となる。

## 【0062】

一方従来技術では、 $S \times S$ -AWG (Sは整数)に必要な入出力ポート数は、それぞれ16、即ち $S=16$ であり、またそれに伴ってルーティングに必要な波長数は、 $4 \times 4$ -AWGに波長周回性がある場合には16個、 $4 \times 4$ -AWGに波長周回性がない場合には、31個となる。

## 【0063】

以上からも明らかなように、本発明の光クロスコネクタは、入力ポート数の増加及び各入力ポートに輸入される波長多重光信号の多重度の増加にともなって、波長周回性AWGの入出力ポート数並びにルーティングに必要な波長数の増加を大幅に抑圧することが可能である。

また、従来技術において問題となっていた、波長周回性AWGのポート数の増加に伴って起きる、光信号の変調帯域の制限並びにポート間クロストークの問題を回避することができる。

10

20

30

40

50

よって、本発明は拡張性の優れた光クロスコネクタ装置を提供することが可能である。

【0064】

【第2実施例】

本発明の光クロスコネクタ装置の第2の形態を図3に示す。

図1の本発明の第1の実施例とは、第1の波長変換器301～316と4×4光スイッチ801～804の配置関係が異なっており、波長分離器201～204の各出力ポートは4×4光スイッチ801～804の入力ポートに接続され、4×4光スイッチ801～804の各出力ポートには、第1の波長変換器301～316が接続されている。

【0065】

第1の波長変換器301～316の各出力ポートは、図3に示されているように、光ファイバ1000を介して、4×4アレイ導波路回折格子401～404の入力ポートに接続されている。

その他については、本発明の第1実施例の図1と同じである。

図を簡略化するために、第1実施例と同様に、第1及び第2の波長変換器301～316、501～516並びに4×4光スイッチ801～804を制御する制御装置は省略した。

また同様に、第1の波長変換器301～316及び第2の波長変換器501～516に、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給する波長可変光源についても図から省略した。

【0066】

本発明の第一実施例と同様に、表2、表3、並びに上記で説明した第2の波長変換器の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、表7では、第1の波長変換器301～316と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもつ4×4-AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、第1の波長変換器301～316と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示した。

【0067】

【表7】

10

20

30

第一の波長変換

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
301	$\lambda 1$			$\lambda 2$				$\lambda 3$				$\lambda 4$			
302		$\lambda 2$			$\lambda 3$				$\lambda 4$				$\lambda 1$		
303			$\lambda 3$			$\lambda 4$				$\lambda 1$				$\lambda 2$	
304				$\lambda 4$			$\lambda 1$				$\lambda 2$				$\lambda 3$

第一の波長変換

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
305	$\lambda 2$			$\lambda 3$				$\lambda 4$		$\lambda 1$			$\lambda 2$		
306		$\lambda 3$			$\lambda 4$				$\lambda 1$		$\lambda 2$		$\lambda 3$		
307			$\lambda 4$			$\lambda 1$				$\lambda 2$		$\lambda 3$		$\lambda 4$	
308				$\lambda 1$			$\lambda 2$				$\lambda 3$				$\lambda 4$

第一の波長変換

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
309	$\lambda 3$			$\lambda 4$				$\lambda 1$				$\lambda 2$		$\lambda 3$	
310		$\lambda 4$			$\lambda 1$				$\lambda 2$				$\lambda 3$		$\lambda 4$
311			$\lambda 1$			$\lambda 2$				$\lambda 3$				$\lambda 4$	
312				$\lambda 2$			$\lambda 3$				$\lambda 4$				$\lambda 1$

第一の波長変換

装置出力ポート701				装置出力ポート702				装置出力ポート703				装置出力ポート704			
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516
313	$\lambda 4$			$\lambda 1$				$\lambda 2$				$\lambda 3$		$\lambda 4$	
314		$\lambda 1$			$\lambda 2$				$\lambda 3$				$\lambda 4$		
315			$\lambda 2$			$\lambda 3$				$\lambda 4$				$\lambda 1$	
316				$\lambda 3$			$\lambda 4$				$\lambda 1$				$\lambda 2$

第二の実施例において第一の波長変換器と第二の波長変換器の波長周回性をもつ  
 $N \times N$ -AWGを介した波長による接続関係

## 【0068】

表7は、第二実施例において第一の波長変換器301～316と第二の波長変換器501～516の波長周回性をもつ $N \times N$ -AWG401～404を介した波長による接続関係を示す表である。

例えば、第1の波長変換器310は、第2の波長変換器502と $4 \times 4$ -AWG403を介して波長 $\lambda 4$ で結ばれ、装置出力ポート701から出力する。

## 【0069】

また表8では、表2、表4、並びに上記で説明した第2の波長変換器の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、第1の波長変換器301～316と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもたない $4 \times 4$ -AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、第1の波長変換器301～316と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示した。

## 【0070】

## 【表8】



れている。

#### 【0073】

第1の波長変換器301～316の各出力ポートは、図4に示されているように、光ファイバ1000を介して、4×4アレイ導波路回折格子の入力ポートに接続されている。

その他については、本発明の第1実施例の図1と同じである。

図を簡略化するために、第1実施例同様に、第1及び第2の波長変換器並びに4×4光スイッチを制御する制御装置は省略した。

また同様に、第1の波長変換器及び第2の波長変換器に、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給する波長可変光源についても図から省略した。

#### 【0074】

本発明の第二実施例と同様に、表2、表3、並びに上記で説明した第2の波長変換器501～516の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、表7では、第1の波長変換器301～316と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもつ4×4-AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、第1の波長変換器301～316と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示している。例えば、第1の波長変換器310は、第2の波長変換器502と4×4-AWG403を介して波長 $\lambda_4$ で結ばれ、装置出力ポート701から出力する。

#### 【0075】

また表8では、表2、表4、並びに上記で説明した第2の波長変換器501～516の各々と装置出力ポート701～704の関係をもとに、第1の波長変換器301～316と第2の波長変換器501～516が波長周回性をもたない4×4-AWG401～404を介して波長によってどのように結ばれているか、また更に、第1の波長変換器301～316と装置出力ポート701～704が波長によってどのように結ばれているか、を示している。

#### 【0076】

本実施例は、本発明の第一及び第二実施例と異なり、表5又は表6に示した規則に基づいて、各4×4光スイッチ801～804の入出力ポートの接続状態、各第1の波長変換器301～316の波長変換波長、各4×4光スイッチ801～804の入出力ポートの接続状態、及び各第2の波長変換器501～516の波長変換波長を設定することにより、各装置入力ポートに入力される波長多重光信号の各波長を、任意の組み合わせで各装置入力ポートに接続された光合波器の入力ポートに出力することはできないが、各装置入力ポートに入力される波長多重光信号の各波長を、任意の組み合わせで各装置出力ポート701～704に出力することができる。

即ち、各装置入力ポートに入力する波長多重された光信号を所望の装置出力ポート701～704に出力する光クロスコネクト装置として動作する。

#### 【0077】

〔波長変換器301～316、同501～516の構成例〕

図5～8は、本発明の第1実施例～第3実施例において用いる波長変換器301～316、同501～516の構成例を示す。

但し、波長変換器301～316、同501～516についてのすべてが同じ形態の波長変換器を必ずしも使用する必要はない。

図5は、半導体光増幅素子を用いた相互位相変調特性を利用するマッハツェンダ干渉計型波長変換回路で構成されている。

#### 【0078】

波長変換器の入力ポート1010に入力した波長可変光源から供給される波長 $\lambda_0$ の連続光（被変換光）は、光アイソレータ1200を透過後、光カブラ1300-1によって分岐され半導体光増幅素子1100-1及び1100-2に入力される。

一方、波長 $\lambda_0$ の光信号（強度変調光信号）は、波長変換器の入力ポート1011より入力し、光カブラ1300-2を介して、半導体光増幅素子1100-1に入力される。



2つの半導体光増幅素子1101-1, 1100-2の出力光は、光カプラ1300-3によりマッハツェンダ干渉計が構成される。

#### 【0079】

半導体光増幅素子1100-1に光信号（強度光信号）が入力すると、光信号の光強度レベルの強弱によって、半導体光増幅素子1100-1の屈折率が変化し、通過する入力ポート1010から入力した連続光の位相が変化する。

そのために、2つの半導体光増幅素子1100-1, 1100-2の出力端に取り出される各連続光の位相は異なり、光カプラ1300-3で結合すると位相変化が強度変化として現れ、波長変換器の出力ポート1012には、光信号（強度変調光信号）と同一論理（又は反転論理）の強度変調された波長 $\lambda_c$ の光が波長変換光として出力される。

#### 【0080】

半導体光増幅素子を用いた相互位相変調特性を利用するマッハツェンダ干渉計型波長変換回路で構成される波長変換器の他の例を、図6に示す。

光信号 $\lambda_s$ が入力する光カプラ1300-2の位置が違う点と、光カプラ1300-3の出力端に、光信号 $\lambda_s$ を除去する光フィルタ1400がある点が、図5の構成の波長変換器と異なる。

光アイソレータ1200はなくてもよい。

強度変調された光信号の波長 $\lambda_s$ が連続光の波長 $\lambda_c$ に変換される動作は、図5の構成の波長変換器のマッハツェンダ干渉計型波長変換回路と同じである。

#### 【0081】

なお、上記では半導体光増幅素子を用いた波長変換器として、半導体光増幅素子の相互位相変調特性を利用するマッハツェンダ干渉計型波長変換回路を用いた例を示したが、半導体光増幅素子の相互利得変調特性を利用した波長変換器も利用することができる。

また、上記の半導体光増幅素子の物理特性を利用しない波長変換器としては、図7や図8がある。

図7の波長変換器では、入力する光信号を光受信器1500によって電気信号に変換したのちに、この電気信号を用いて光変調器駆動用ドライバ電子回路1600を駆動し、光変調器1800に波長可変光源より供給されている連続光を変調する。

これにより、波長 $\lambda_s$ の光信号は、波長 $\lambda_c$ の光信号に波長変換される。

#### 【0082】

図8の波長変換器では、入力する光信号を光受信器1500によって電気信号に変換したのちに、この電気信号を用いてレーザ変調用ドライバ電子回路1610を駆動し、波長可変光源1700の光（波長 $\lambda_c$ ）を変調する。

これにより、波長 $\lambda_s$ の光信号は、波長 $\lambda_c$ の光信号に波長変換される。

#### 【0083】

##### 〔波長可変光源の構成例〕

本発明の第1実施例～第3実施例において用いる、第1の波長変換器及び第2の波長変換器に、適当な光強度をもつ所望の波長の連続光を供給する波長可変光源の例としては、多電極回折格子分布反射型半導体レーザや図9に示す構成がある。

多電極回折格子分布反射型半導体レーザでは、半導体レーザに設けられた電極からの電流注入によって光の位相やブラッグ波長を変化させ、発振する光の波長を調整することができる。

#### 【0084】

一方、図9に示す波長可変光源は、複数の波長変換器が共有することができる構成になっている。

即ち、この共有型波長可変光源3000は、異なる波長の連続光を発光するN個（図9ではN=4の場合を示している）の単一波長光源3100-1～3100-4と、N個の単一波長光源3100-1～3100-4が入力ポートに接続された光合波器3400と、光合波器3400の出力ポートが接続された光分流器3300と、光分流器3300の各出力ポートに接続された光分波器3500-1～3500-3と、N個の入力ポートと1

個の出力ポートをもつN×1光スイッチ3200-1～3200-3とによって構成されている。

#### 【0085】

N×1光スイッチ3200-1～3200-3の出力ポートは、波長変換器の連続光を入力すべき所望のポートに接続される。

異なる波長の連続光を発光する単一波長光源3100-1～3100-4からの連続光は、光合波器3400、光カプラ3300、光分波器3500-1～3500-3を介して、図9に示すように、N×1光スイッチ3200-1～3200-3の各入力ポートに各波長に分かれて入力される。

N×1光スイッチ3200-1～3200-3を制御することにより、所望の波長の連続光を波長変換器に供給することができる。

図9に示した波長可変光源3000は、連続光を発光する単一波長光源3100-1～3100-4を本発明の光クロスコネクタ装置内にある波長変換器で共有することができる。

#### 【0086】

このように説明したように本発明は、ポート数の増加に対して柔軟な拡張性を有する光クロスコネクタ装置に関するもので、従来のポート数の大きい一つのAWGに替えて、ポート数の小さい複数のAWGを組み合わせる点が最大の利点である。

特に、製造可能なAWGのポート数には制限があり、また、ポート数の増加に伴いAWGの隣接するポート間の波長間隔が小さくなると、変調帯域の制限／ポート間クロストークの増大等の問題が生じるが、本発明の構成によればそのような問題を解消することが可能となる。

#### 【0087】

##### 【発明の効果】

以上、実施例に基づいて具体的に説明したように、本発明の光クロスコネクタ装置においては、入力ポート数の増加及び各入力ポートに入力される波長多重光信号の多重度の増加にともなって、波長周回性AWGの入出力ポート数並びにルーティングに必要な波長数の増加を大幅に抑えることが可能である。

またこれにより、従来技術において問題となっていた、波長周回性AWGのポート数の増加に伴って起きる、光信号の変調帯域の制限並びにポート間クロストークの問題を回避することができる。

以上のように、本発明は拡張性の優れた光クロスコネクタ装置を提供することが可能である。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第一実施例の光クロスコネクタ装置を示すブロック図である。

【図2】 本発明の第一実施例の接続形態を示す説明図である。

【図3】 本発明の第二実施例の光クロスコネクタ装置を示すブロック図である。

【図4】 本発明の第三実施例の光クロスコネクタ装置を示すブロック図である。

【図5】 波長変換器の構成図である。

【図6】 波長変換器の構成図である。

【図7】 波長変換器の構成図である。

【図8】 波長変換器の構成図である。

【図9】 波長可変光源の構成図である。

【図10】 従来の技術の説明図である。

【図11】 光パスルーティング技術の説明図である。

【図12】 従来技術において波長周回性AWGの入出力ポート間の波長関係を示す説明図である。

##### 【符号の説明】

101～104 装置入力ポート

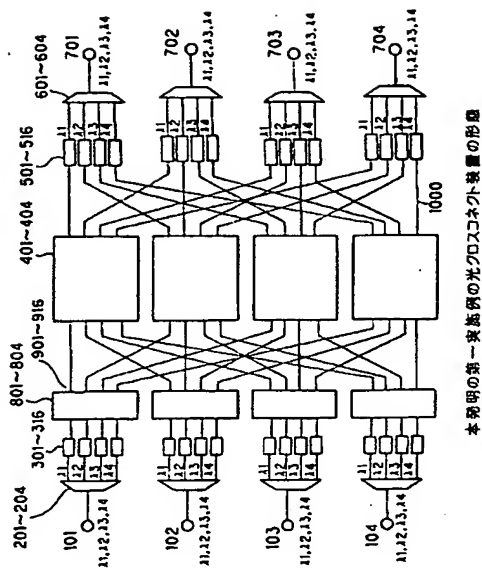
201～204 波長分離器

3 0 1 ~ 3 1 6 第1の波長変換器  
4 0 1 ~ 4 0 4 アレイ導波路回折格子  
5 0 1 ~ 5 1 6 第2の波長変換器  
6 0 1 ~ 6 0 4 光合波器  
7 0 1 ~ 7 0 4 装置出力ポート  
8 0 1 ~ 8 0 4 4×4光スイッチ  
9 0 1 ~ 9 1 6 4×4光スイッチの出力ポート  
1 0 0 0 光ファイバ  
1 0 1 0, 1 0 1 1 波長変換器の入力ポート  
1 0 1 2 波長変換器の出力ポート  
1 1 0 0 - 1, 1 1 0 0 - 2 半導体光増幅素子  
1 2 0 0 光アイソレータ  
1 3 0 0 - 1, 1 3 0 0 - 2, 1 3 0 0 - 3 光カプラ  
1 4 0 0 光フィルタ  
1 5 0 0 光受信器  
1 6 0 0 光変調気駆動用ドライバ電子回路  
1 6 1 0 レーザ変調用ドライバ電子回路  
1 7 0 0 波長可変光源  
1 8 0 0 光変調器  
2 0 0 0 電気信号線  
3 0 0 0 波長可変光源  
3 1 0 0 - 1 ~ 3 1 0 0 - 4 単一波長光源  
3 2 0 0 - 1 ~ 3 2 0 0 - 3 N×1光スイッチ  
3 3 0 0 光分流器  
3 4 0 0 光合波器  
3 5 0 0 - 1 ~ 3 5 0 0 - 3 光分波器  
4 0 0 0 16×16波長周回性アレイ導波路回折格子

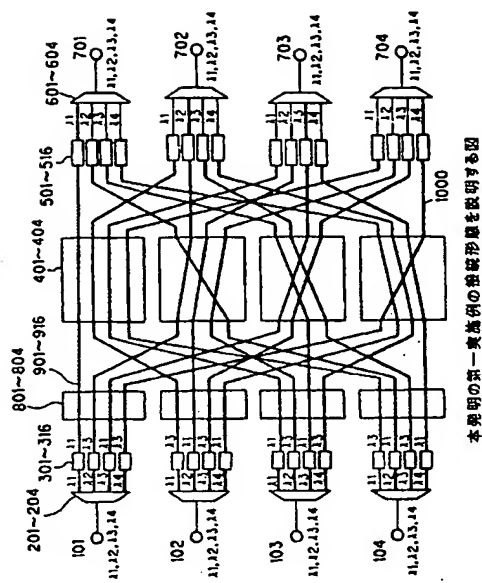
10

20

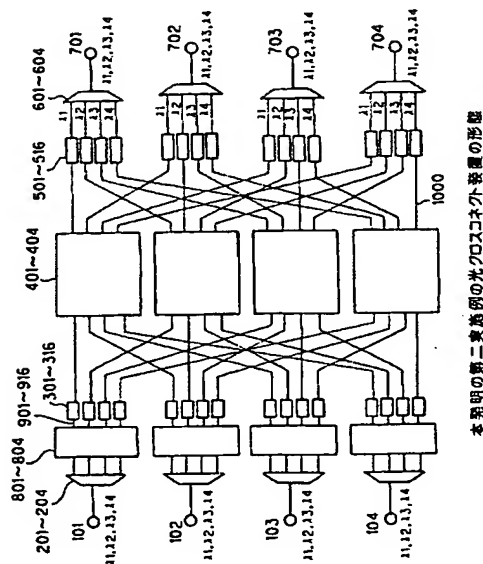
【図 1】



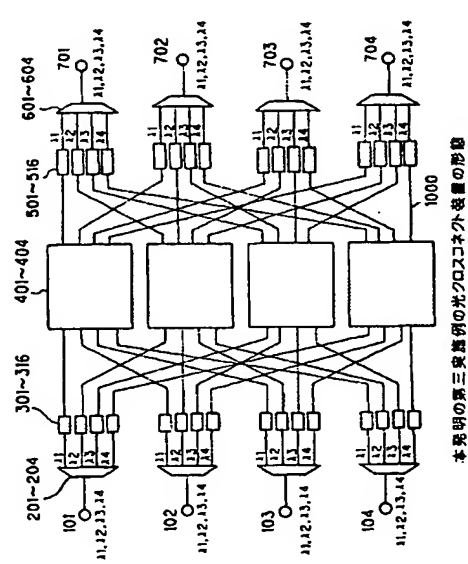
【図 2】



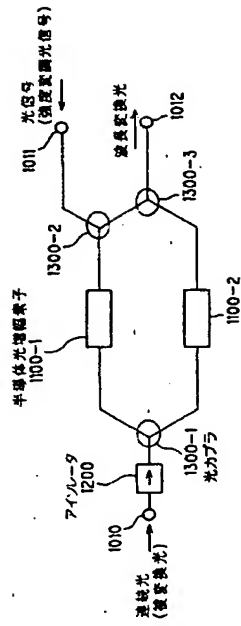
【図 3】



【図 4】

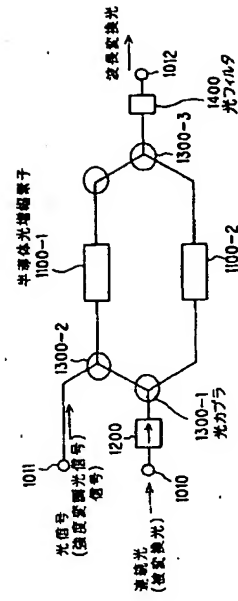


【図 5】



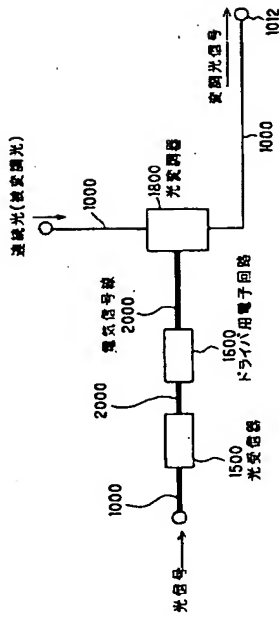
波長変換器の構成を示す図

【図 6】



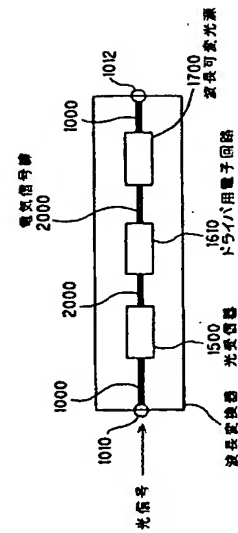
波長変換器の構成を示す図

【図 7】



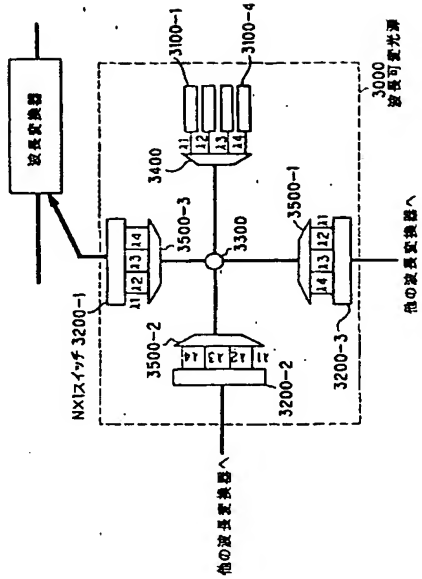
波長変換器の構成を示す図

【図 8】



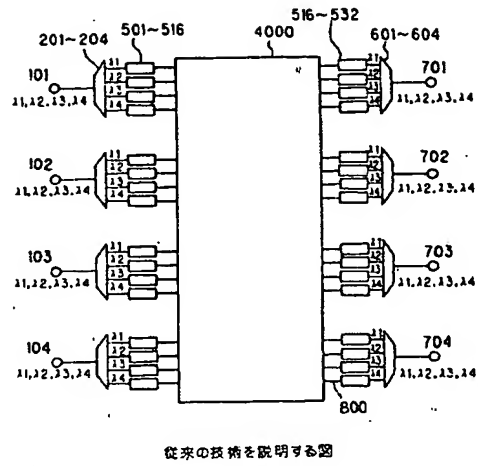
波長変換器の構成を示す図

【図 9】

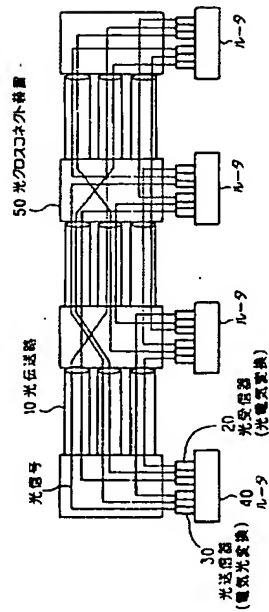


波長可変光路の構成を示す図

【図 10】

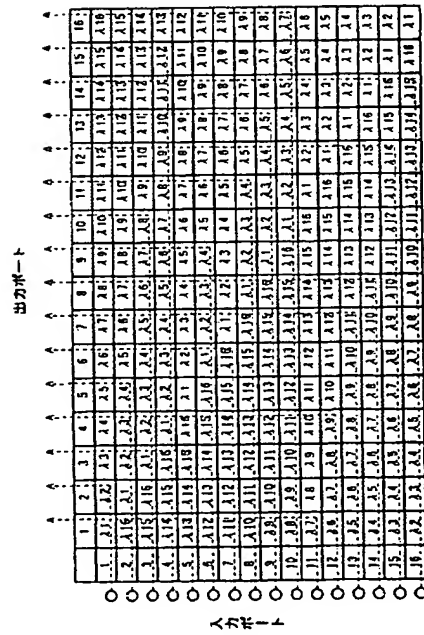


【図 11】



光バスルーティング技術を示す図

【図 12】



従来の技術において波長可変性のある入出力ポート間の波長関係を示す図

---

フロントページの続き

(72)発明者 野口 一人

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 田野辺 博正

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 坂本 尊

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 森脇 摂

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K069 AA13 BA09 CB01 CB10 DA05 DB33 EA24 EA25 EA26

5K102 AA36 AA37 AD01 LA08 MA05 MB11 MC03 MH06 MH12 MH22

MH24 NA04 NA06 NA08 PD16 PH02 PH45 RB11

【要約の続き】

波長変換器501-516の変換波長を制御する制御装置を具備する。

【選択図】 図1

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which has the equipment input port of N (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment output port of N individual, and is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to said desired equipment output port, The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to M (integer of one or more arbitration) wave is connected to each equipment input port of said N individual by optical waveguide,

The 1st wavelength converter is connected to the output port of said wavelength eliminator, The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 1st wavelength converter,

The output port of said wavelength converter connected to each output port of said wavelength eliminator has the input port of K (integer more than M) individual, and K output ports, and input port and an output port are connected to any one input port of the KxK optical switch which can form 1 to 1 connection of arbitration through optical waveguide,

The output port of the optical multiplexing machine which has input port of L (integer of arbitration more than M) individual in each equipment output port of said N individual is connected through optical waveguide,

The output port of the 2nd wavelength converter is connected to M suitable input port of said optical multiplexing machine through optical waveguide,

The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 2nd wavelength converter,

In the latter part of said optical switch, it has the input port of I (integer of arbitration more than M) individual, and I output ports. The light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively. And J (integer of arbitration more than M) individual possession of the IxI array waveguide diffraction grating from which the wavelength of the light outputted from one output port differs for every input port is carried out, and each output port of said optical switch is connected to the input port where said different IxI array waveguide diffraction grating is suitable, respectively,

The output port in said same IxI array waveguide diffraction grating is an optical cross-connect system characterized by connecting with said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide, respectively.

[Claim 2]

It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which has the equipment input port of N (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment



output port of N individual, and is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to said desired equipment output port,

The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to M (integer of one or more arbitration) wave is connected to each equipment input port of said N individual by optical waveguide,

Each output port of said wavelength eliminator has the input port of K (integer more than M) individual, and K output ports, and input port and an output port are connected to the input port where the KxK optical switch which can form 1 to 1 connection of arbitration is suitable through optical waveguide,

The 1st wavelength converter is connected to each output port of said KxK optical switch, The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 1st wavelength converter,

The wavelength of the light which it has the input port of I (integer of arbitration more than M) individual and I output ports, and the light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively, and is outputted to the latter part of said 1st wavelength converter from one output port carries out J (integer of arbitration more than M) individual possession of the different IxI array waveguide diffraction grating for every input port,

Said 1st wavelength converter connected to each output port of said same KxK optical switch is connected to the input port where said different IxI array waveguide diffraction grating is suitable through optical waveguide, respectively,

The output port in said same IxI array waveguide diffraction grating is connected to said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide, respectively,

The optical cross-connect system characterized by supplying the light of desired wavelength from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 2nd wavelength converter.

[Claim 3]

It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which has the equipment input port of N (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment output port of N individual, and is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to said desired equipment output port,

The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to M (integer of one or more arbitration) wave is connected to each equipment input port of said N individual by optical waveguide,

The 1st wavelength converter is connected to M suitable output ports of said wavelength eliminator through optical waveguide,

The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 1st wavelength converter,

The output port of the optical multiplexing machine which has input port of L (integer of arbitration more than M) individual in each equipment output port of said N individual is connected through optical waveguide,

The output port of the 2nd wavelength converter is connected to M suitable input port of said optical multiplexing machine through optical waveguide,

In said latter part of the output port of the 1st wavelength converter connected to M suitable

output ports of said wavelength eliminator It has the input port of I (integer of arbitration more than M) individual, and I output ports. The wavelength of the light which the light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively, and is outputted from one output port carries out J (integer of arbitration more than M) individual possession of the different IxI array waveguide diffraction grating for every input port,

Said output port of the 1st wavelength converter connected to M suitable output ports of said same wavelength eliminator is connected to the input port where said different IxI array waveguide diffraction grating is suitable, respectively,

The output port in said same IxI array waveguide diffraction grating is connected to said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide, respectively,

The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in said 2nd wavelength converter,

\*\*\*\*\* -- the optical cross-connect system characterized by things.

[Claim 4]

In an optical cross-connect system according to claim 1 or 2,

The optical cross-connect system characterized by providing said 1st wavelength transducer, said KxK optical switch, and the control unit that controls said 2nd wavelength transducer in said source list of a wavelength good light variation.

[Claim 5]

In an optical cross-connect system according to claim 3,

The optical cross-connect system characterized by providing the control unit which controls said 2nd wavelength converter in said 1st wavelength converter list.

[Claim 6]

In claim 1 thru/or any of 5 or the optical cross-connect system of a publication,

Said wavelength converter is an optical cross-connect system by which it is consisting-of-Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuits using mutual phase modulation property of having used semi-conductor optical amplification component characterized.

[Claim 7]

In claim 1 thru/or any of 5 or the optical cross-connect system of a publication,

Said wavelength converter is an optical cross-connect system by which it is consisting-of-wavelength conversion circuits using the mutual gain modulation characteristic of semi-conductor optical amplification component characterized.

[Claim 8]

In claim 1 thru/or any of 5 or the optical cross-connect system of a publication,

Said wavelength converter is an optical cross-connect system characterized by consisting of a photoelectricity converter which changes the lightwave signal to input into an electrical signal, and an optical modulator driven with the electrical signal of said photoelectricity converter.

[Claim 9]

In claim 1 thru/or any of 8 or the optical cross-connect system of a publication,

Said source of a wavelength good light variation is an optical cross-connect system characterized by being multi-electrode diffraction-grating distribution reflective mold semiconductor laser.

[Claim 10]

In claim 1 thru/or any of 8 or the optical cross-connect system of a publication,

Said source of a wavelength good light variation,

The simple substance light source of N (one or more integers) individual which emits light in

the continuation light of different wavelength,

The optical multiplexing machine by which said two or more simple substance light sources were connected to input port,

The optical shunt to which the output port of said optical multiplexing machine was connected,

The optical separator connected to each output port of said optical shunt,

The optical cross-connect system characterized by being constituted by the Nx1 optical switch with the input port of N individual, and one output port connected to each output port of said optical separator.

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to an optical cross-connect system. That is, it has two or more input port and two or more output ports, and is related with the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which is inputted into each input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to a desired output port.

[0002]

[Description of the Prior Art]

The distribution-of-information society using communication networks, such as information interchange through the spread of broadband services and the network of each company, is progressing.

In distribution-of-information society, the communications traffic is always increasing and the demand of large-capacity-izing of a communication network and improvement in the speed does not cease.

[0003]

By installation of wavelength division multiplex (WDM) communication technology, the transmission capacity per optical fiber increased rapidly.

Although surely WDM communication technology increased sharply the transmission capacity between nodes of a point to point, when building a network, it needs to separate the lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out in the node for every wavelength, and needs to carry out routing of the data packet within each lightwave signal for every packet.

However, a limitation is in the routing processing capacity of the huge signal by the electrical and electric equipment with improvement in the speed of transmission speed, and large-capacity-izing.

[0004]

The optical pass routing technique which carries out routing of the lightwave signal by the optical layer in a node as a solution means of this problem, without carrying out

photoelectricity conversion is proposed (for example, nonpatent literature 1 reference.). With this technique, as shown in drawing 11, only the lightwave signal addressed to that node is outputted [ in / for between nodes / an epilogue and each node ] to a desired output port by the condition (optical layer) of light with light through an optical transmission line 10, without carrying out photoelectricity conversion and carrying out photoelectricity conversion about any lightwave signals other than this with the optical receiver 20, and it sends to the target node.

[0005]

From not carrying out photoelectricity conversion of all the lightwave signals inputted into a node, it is expectable to reduce the loads of electric processing sharply.

The equipment which becomes important when realizing this technique is the optical cross-connect system 50 in each node, and it has the function which changes the inputted lightwave signal to \*\*\*\* of arbitration.

The basic configuration of the optical cross-connect system by the conventional technique realized using a wavelength circumference nature array waveguide diffraction grating and wavelength conversion is shown in drawing 10.

Since it was easy, it illustrated about the optical cross-connect with four input/output port.

[0006]

As for a wavelength eliminator, an optical multiplexing machine, and 501-532, for 101-104, and 701-704, in drawing 10, the equipment input port of an optical cross-connect system and an equipment output port, 201-204, and 601-604 are [ a wavelength converter and 4000 ] 16x16-wave circumference nature array waveguide diffraction gratings (wavelength circumference nature AWG), respectively.

Actuation of the conventional technique shown in drawing 10 is explained briefly.

If the wavelength multiplexing lightwave signal of four waves (each wavelength is set to  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$ ) inputs into each input port 101-104, a wavelength multiplexing lightwave signal will be separated by the wavelength eliminators 201-204 for every wavelength.

[0007]

It has the property that the wavelength of the light which the 16x16-wave circumference nature AWG 4000 is outputted to the output port where the light inputted into one input port differs according to the wavelength, respectively as shown in Table 1, and is outputted from one output port differs for every input port.

[0008]

[Table 1]

[0009]

Table 1 is a table showing the wavelength relation between the input/output port of the wavelength circumference nature AWG in the conventional technique.

Therefore, it becomes possible to carry out routing of the lightwave signal to the wavelength transducers 516-532 connected to the target output ports 701-704, without outputting each lightwave signal to the same output port of the wavelength circumference nature AWG 4000 by setting the lightwave signal separated for every wavelength by the wavelength eliminators 201-204 in each input port as desired wavelength.

One example of connection of a lightwave signal is shown in drawing 12.

[0010]

Drawing 12 is the table showing the wavelength relation between the input/output port of the wavelength circumference nature AWG in the conventional technique.

As shown in drawing 12, the lightwave signal by which routing was carried out to the wavelength transducers 516-532 is changed into the wavelength it is multiplexed [wavelength] with the wavelength multiplexing vessels 601-604, and is outputted to output ports 701-704.

[0011]

[Nonpatent literature 1]

K. Kato et al, "32 x 32 full-mesh (1024 path) wavelength-routing WDM network based on uniform-loss cyclic-frequency arrayed-waveguide grating," Electronics Letters, vol. 33, 1865-1866, 1997.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, in the optical cross-connect system realized by the above-mentioned conventional technique, if the number of multiple wave length of the wavelength multiplexing lightwave signal into which the number of input/output port is inputted in  $N$  individual and each input port, respectively is made into  $M$  pieces, the number of input/output port of the wavelength circumference nature AWG will be  $M \times N$ , respectively, and the number of wavelength required for routing will serve as  $M \times N$  in connection with it.

In the above-mentioned example, since it is  $N = 4$  and  $M = 4$ , the number of wavelength required for routing as equipment is set to 16 ( $\lambda_1 - \lambda_{16}$ ).

Moreover, the wavelength band of a common optical amplifier is 1530nm - 1565nm, input wavelength spacing of the wavelength circumference nature AWG becomes  $35\text{nm}/(M \times N)$ , and wavelength spacing of the wavelength circumference nature AWG becomes small with the increment in the number of ports.

[0013]

Thus, in the optical cross-connect system realized by the conventional technique, wavelength spacing between the ports where the wavelength circumference nature AWG adjoins becomes small sharply at the same time the number of wavelength required for routing increases to the number list of input/output port of the wavelength circumference nature AWG sharply with the increment in the number of input port, and the increment in the multiplicity of a wavelength multiplexing lightwave signal.

If there is a limitation in the number of input/output port of the wavelength circumference nature AWG which can be manufactured and wavelength spacing between the ports where the wavelength circumference nature AWG adjoins becomes small, a limit will arise in the modulation band of a lightwave signal, and the effect of the cross talk between ports will also increase.

[0014]

Thus, the optical cross-connect system by the conventional technique poses a big problem from a viewpoint of expandability.

This invention is realizing the optical cross-connect system which became in consideration of the above-mentioned situation, and was excellent in expandability.

[0015]

[Means for Solving the Problem]

In order to solve the above-mentioned technical problem, the optical cross-connect system of this invention It has the equipment input port of  $N$  (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment output port of  $N$  individual. It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to said desired equipment output port. In each equipment input port of said  $N$  individual The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to  $M$  (integer of one or more arbitration)

wave is connected by optical waveguide. The 1st wavelength converter is connected to the output port of said wavelength eliminator. To said 1st wavelength converter The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement. Said output port of the 1st wavelength converter connected to each output port of said wavelength eliminator Have the input port of K (integer more than M) individual, and K output ports, and it connects with any one input port of the KxK optical switch in which input port and an output port can form 1 to 1 connection of arbitration through optical waveguide. The output port of the optical multiplexing machine which has input port of L (integer of arbitration more than M) individual in each equipment output port of said N individual is connected through optical waveguide. In M suitable input port of said optical multiplexing machine The output port of the 2nd wavelength converter is connected through optical waveguide. To said 2nd wavelength converter The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement. In the latter part of said optical switch It has the input port of I (integer of arbitration more than M) individual, and I output ports. The light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively. And the wavelength of the light outputted from one output port carries out J (integer of arbitration more than M) individual possession of the different IxI array waveguide diffraction grating for every input port. Each output port of said optical switch is connected to the input port where said different IxI array waveguide diffraction grating is suitable, respectively. It is characterized by connecting the output port in said same IxI array waveguide diffraction grating to said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide, respectively.

[0016]

Moreover, it has the equipment input port of N (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment output port of N individual. It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which is inputted into each equipment input port, and by which wavelength-multiplexing was carried out to said desired equipment output port. In each equipment input port of said N individual The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to M (integer of one or more arbitration) wave is connected by optical waveguide. Each output port of said wavelength eliminator Have the input port of K (integer more than M) individual, and K output ports, and it connects with the input port in which input port and an output port can form 1 to 1 connection of arbitration and where a KxK optical switch is suitable through optical waveguide. The 1st wavelength converter is connected to each output port of said KxK optical switch. To said 1st wavelength converter The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement. In the latter part of said 1st wavelength converter It has the input port of I (integer of arbitration more than M) individual, and I output ports. The light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively. And the wavelength of the light outputted from one output port carries out J (integer of arbitration more than M) individual possession of the different IxI array waveguide diffraction grating for every input port. Said 1st wavelength converter connected to each output port of said same KxK optical switch, respectively It connects with the input port where said different IxI array waveguide diffraction grating is suitable through optical waveguide. The output port in said same IxI array waveguide diffraction grating, respectively It connects with said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the

input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide. To said 2nd wavelength converter It is characterized by supplying the light of desired wavelength from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement.

[0017]

Moreover, in these optical cross-connect systems, it is characterized by providing said 1st wavelength transducer, said  $K \times K$  optical switch, and the control unit that controls said 2nd wavelength transducer in said source list of a wavelength good light variation.

[0018]

Moreover, it has the equipment input port of  $N$  (integer of two or more arbitration) individual, and the equipment output port of  $N$  individual. It is the optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to said desired equipment output port. In each equipment input port of said  $N$  individual The input port of the wavelength eliminator which carries out wavelength separation of the wavelength multiplexing lightwave signal by which wavelength multiplexing was carried out to  $M$  (integer of one or more arbitration) wave is connected by optical waveguide. The 1st wavelength converter is connected to  $M$  suitable output ports of said wavelength eliminator through optical waveguide. To said 1st wavelength converter The light of desired wavelength is supplied from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement. In each equipment output port of said  $N$  individual The output port of an optical multiplexing machine with the input port of  $L$  (integer of arbitration more than  $M$ ) individual is connected through optical waveguide. In  $M$  suitable input port of said optical multiplexing machine In said latter part of the output port of the 1st wavelength converter which the output port of the 2nd wavelength converter was connected through optical waveguide, and was connected to  $M$  suitable output ports of said wavelength eliminator It has the input port of  $I$  (integer of arbitration more than  $M$ ) individual, and  $I$  output ports. The light inputted into one input port is outputted to an output port which is different according to the wavelength, respectively. And the wavelength of the light outputted from one output port carries out  $J$  (integer of arbitration more than  $M$ ) individual possession of the different  $I \times I$  array waveguide diffraction grating for every input port. Said output port of the 1st wavelength converter connected to  $M$  suitable output ports of said same wavelength eliminator, respectively It connects with the input port where said different  $I \times I$  array waveguide diffraction grating is suitable. The output port in said same  $I \times I$  array waveguide diffraction grating, respectively It connects with said suitable input port of the 2nd wavelength converter connected to the input port of said different optical multiplexing machine through optical waveguide. To said 2nd wavelength converter It is characterized by supplying the light of desired wavelength from the source of a wavelength good light variation which can supply the continuation light of desired wavelength with suitable optical reinforcement.

[0019]

Moreover, in these optical cross-connect systems, it is characterized by providing the control unit which controls said 2nd wavelength converter in said 1st wavelength converter and said source list of a wavelength good light variation.

[0020]

Moreover, in these optical cross-connect systems, it is characterized by providing the control unit which controls said 2nd wavelength converter in said 1st wavelength converter list.

[0021]

Moreover, in these optical cross-connect systems, said wavelength converter considers as the consisting-of-Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuits using

mutual phase modulation property using semi-conductor optical amplification component description.

[0022]

Moreover, in these optical cross-connect systems, it is consisting-of-wavelength conversion circuits using the mutual gain modulation characteristic of semi-conductor optical amplification component characterized by said wavelength converter.

[0023]

Moreover, in these optical cross-connect systems, said wavelength converter is characterized by consisting of a photoelectricity converter which changes the lightwave signal to input into an electrical signal, and an optical modulator driven with the electrical signal of said photoelectricity converter.

[0024]

Moreover, in these optical cross-connect systems, said source of a wavelength good light variation is characterized by being multi-electrode diffraction-grating distribution reflective mold semiconductor laser.

[0025]

In these optical cross-connect systems moreover, said source of a wavelength good light variation The simple substance light source of N (one or more integers) individual which emits light in the continuation light of different wavelength, The optical multiplexing machine by which said two or more simple substance light sources were connected to input port, and the optical shunt to which the output port of said optical multiplexing machine was connected, It is characterized by being constituted by the Nx1 optical switch with the input port of N individual, and one output port connected with the optical separator connected to each output port of said optical shunt in each output port of said optical separator.

[0026]

[Embodiment of the Invention]

Hereafter, according to a drawing, this invention is explained in detail.

in addition -- the gestalt of the following operations -- several [ of the equipment input port of this invention equipment, and an equipment output port ] -- several wavelength of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into N and a list in each equipment input port -- although explained as M taking the case of 4, respectively, M should just be one or more that it is not limited to this and N should just be two or more integers.

[0027]

[Example 1]

The 1st gestalt of the optical cross-connect system of this invention is shown in drawing 1 . In drawing 1 101-104, and 701-704, respectively The equipment input port of this invention equipment, A wavelength eliminator, and 301-316 an equipment output port, and 201-204 The 1st wavelength converter, The 4x4 optical switch in which 801-804 have four input/output port, respectively, The output port of the 4x4 optical switches 801-804, and 501-516 901-916 The 2nd wavelength converter, As for the 4x4 array waveguide diffraction grating (henceforth referred to as 4x4-AWG) in which 401-404 have four input/output port, respectively, and 601-604, an optical multiplexing machine and 1000 are optical fibers.

[0028]

Moreover, in order to simplify drawing, the control unit which controls the 1st and the 2nd conversion wavelength of wavelength transducer 301-316, 501-516, and the topology of the 4x4 optical switches 801-804 was omitted.

Moreover, it omitted from drawing also about the source of a wavelength good light variation which supplies similarly the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength



converter 501-516.

[0029]

As wavelength eliminators 201-204, quartz system optical waveguide mold 4x4 optical switch is used [ as the array waveguide diffraction-grating mold wavelength eliminator formed by quartz system optical waveguide, and 4x4 array waveguide diffraction gratings 401-404 ] as the array waveguide diffraction-grating mold optical multiplexing machine formed by quartz system optical waveguide, and 4x4 optical switches 801-804 as a quartz system optical waveguide mold array waveguide diffraction grating and optical multiplexing machines 601-604.

As for the 4x4 optical switches 801-804, input port and an output port can form 1 to 1 connection of arbitration.

[0030]

In this example, each output port of 4x4-AWG 401-404 and the 2nd wavelength transducer 501-516 are connected to each input port of 4x4-AWG 401-404, each output ports 901-916 of the 4x4 optical switches 801-804, and a list with the optical fiber 1000.

These connection relation was shown in Table 2.

[0031]

[Table 2]

[0032]

Table 2 is a table showing the connection relation between each input/output port of 4x4-AWG 401-404, the output ports 901-916 of each 4x4 optical switches 801-804, and the 2nd wavelength converter 501-516 in the first example.

this table 2 -- the input port 1 of 4x4-AWG 403 -- the output port 903 of the 4x4 optical switch 801 -- moreover -- said -- it turns out that the 2nd wavelength converter 503 is connected in the output port 1 of 403.

[0033]

The light of the same wavelength inputted from input port which the light as which 4x4-AWG was inputted into one input port is outputted from an output port which is different according to the wavelength, respectively, and is different has the description of not being outputted to the same output port.

Table 3 and Table 4 show an example of wavelength which connects between the input port of 4x4-AWG used by this example, and an output port, and when Table 3 has circumference nature in operating wavelength, they show each in case Table 4 does not have circumference nature in operating wavelength.

[0034]

[Table 3]

[0035]

[Table 4]

[0036]

Table 3 is a table showing the wavelength relation between the input/output port of NxN-AWG (N= 4) which has wavelength circumference nature in the first example, and Table

4 is a table showing the wavelength relation between the input/output port of NxN-AWG (N=4) which does not have wavelength circumference nature in the first example.

for example, -- if the lightwave signal of the wavelength of  $\lambda_1$ - $\lambda_4$  is inputted into the input port 1 of 4x4-AWG401 in Table 3 -- the lightwave signal of  $\lambda_1$  -- an output port 1 -- the lightwave signal of  $\lambda_3$  is outputted to an output port 3, and the lightwave signal of  $\lambda_4$  is outputted for the lightwave signal of  $\lambda_2$  to an output port 2 in an output port 4.

[0037]

4x4-AWGs 401-404 will also come suddenly the property shown in Table 3 or 4, and each output ports 901-916 of the 4x4 optical switches 801-804 and the 2nd wavelength converter 501-516 will be connected with wavelength through 4x4-AWGs 401-404 from Table 2.

[0038]

The 2nd wavelength converter 501-504 changes the wavelength of the lightwave signal inputted into each into the wavelength outputted to the equipment output port 701 with the optical multiplexing vessel 601.

Similarly the 2nd wavelength converter 505-508 the wavelength of the lightwave signal inputted into each on the wavelength outputted to the equipment output port 702 with the optical multiplexing vessel 602 On the wavelength outputted to the equipment output port 703 with the optical multiplexing vessel 603, the 2nd wavelength converter 509-512 the wavelength of the lightwave signal inputted into each The 2nd wavelength converter 513-516 changes the wavelength of the lightwave signal inputted into each into the wavelength outputted to the equipment output port 704 with the optical multiplexing vessel 604.

The lightwave signal with which the lightwave signal with which the lightwave signal with which the lightwave signal inputted into the 2nd wavelength converter 501-504 was inputted into the 2nd wavelength converter 505-508 from the equipment output port 701 was inputted into the 2nd wavelength converter 509-512 from the equipment output port 702 by this was inputted into the 2nd wavelength converter 513-516 from the equipment output port 703 is outputted from the equipment output port 704.

[0039]

Based on each of the 2nd wavelength converter explained to Table 2, Table 3, and a list above, and the relation of the equipment output ports 701-704, in Table 5 [ how it is connected to each output ports 901-916 of the 4x4 optical switches 801-804 with wavelength through 4x4-AWGs 401-404 in which the 2nd wavelength converter 501-516 has wavelength circumference nature, and ] Furthermore, it was shown how each output ports 901-916 and the equipment output ports 701-704 of the 4x4 optical switches 801-804 are connected with wavelength.

[0040]

[Table 5]

[0041]

Table 5 is a table showing the connection relation by the wavelength through NxN-AWG which has the wavelength circumference nature of the output port of the 4x4 optical switches 801-804, and the second wavelength converter in the first example.

For example, the output port 910 of the 4x4 optical switch 803 is connected with wavelength  $\lambda_4$  through the 2nd wavelength converter 502 and 4x4-AWG403, and is outputted from the equipment output port 701.

[0042]

In Table 6, moreover, based on each of the 2nd wavelength converter explained to Table 2,

Table 4, and a list above, and the relation of the equipment output ports 701-704 [ how it is connected to each output ports 901-916 of the 4x4 optical switches 801-804 with wavelength through 4x4-AWG 401-404 in which the 2nd wavelength converter 501-516 does not have wavelength circumference nature, and ] Furthermore, it was shown how each output ports 901-916 and the equipment output ports 701-704 of the 4x4 optical switches 801-804 are connected with wavelength.

[0043]

[Table 6]

[0044]

Table 6 is a table showing the connection relation by the wavelength through NxN-AWG which does not have the wavelength circumference nature of the output port of the 4x4 optical switches 801-804, and the second wavelength converter in the first example.

Next, the case where 4x4-AWG 401-404 which have wavelength circumference nature for actuation of the optical cross-connect system of this invention are used is explained taking the case of one connection case.

Here, wavelength of the lightwave signal of four waves by which wavelength multiplexing was carried out inputted into each equipment input port 101-104 is set to  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$ , respectively.

[0045]

The topology of the 1st case is shown in drawing 2 .

In the 1st case, the wavelength multiplexing lightwave signals  $\lambda_1$ - $\lambda_4$  inputted into each of equipment input port 101-104 are outputted to the equipment output ports 701-704 by the topology of following the (1) - (4).

[0046]

(1) The lightwave signals  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  inputted into equipment input port 101 are outputted to the equipment output port 701 to the equipment output port 701 through the 2nd wavelength converter 516 in the equipment output port 702 at the equipment output port 703 through the 2nd wavelength converter 511 through the 2nd wavelength converter 506 through the 2nd wavelength converter 501, respectively.

[0047]

(2) The lightwave signals  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  inputted into equipment input port 102 are outputted to the equipment output port 702 to the equipment output port 701 through the 2nd wavelength converter 504 in the equipment output port 703 at the equipment output port 704 through the 2nd wavelength converter 515 through the 2nd wavelength converter 510 through the 2nd wavelength converter 505, respectively.

[0048]

(3) The lightwave signals  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  inputted into equipment input port 103 are outputted to the equipment output port 703 to the equipment output port 702 through the 2nd wavelength converter 508 in the equipment output port 704 at the equipment output port 701 through the 2nd wavelength converter 503 through the 2nd wavelength converter 514 through the 2nd wavelength converter 509, respectively.

[0049]

(4) The lightwave signals  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ , and  $\lambda_4$  inputted into equipment input port 104 are outputted to the equipment output port 704 to the equipment output port 703 through the 2nd wavelength converter 512 in the equipment output port 701 at the equipment output port 702 through the 2nd wavelength converter 507 through the 2nd wavelength converter 502 through the 2nd wavelength converter 513, respectively.

[0050]

The above (1) It explains below how - (4) is realized.

The lightwave signal of four waves by which wavelength multiplexing was carried out inputted into each equipment input port 101-104 is separated by the wavelength eliminators 201-204, and the lightwave signal of each separated wavelength is led to the 1st wavelength transducer 301-316, and is inputted into the input port of the 4x4 optical switches 801-804, respectively.

[0051]

The output ports 901-916 and the equipment output ports 701-704 of the 4x4 optical switches 801-804 are connectable with the wavelength of light, as shown in Table 5.

therefore, after the lightwave signal  $\lambda_1$  inputted into equipment input port 101 carries out wavelength conversion by the wavelength transducer 301 at wavelength  $\lambda_1$ , it is led to the 2nd wavelength transducer 501 by outputting to the output port 901 of the 4x4 optical switch 801 -- having -- said -- after wavelength conversion is carried out by 501  $\lambda_1$ , it is outputted to the equipment output port 701 through the optical multiplexing machine 601.

[0052]

similarly, after the lightwave signal  $\lambda_2$  inputted into equipment input port 101 carries out wavelength conversion by the wavelength transducer 302 at wavelength  $\lambda_2$ , it is led to the 2nd wavelength transducer 506 by outputting to the output port 902 of the 4x4 optical switch 801 -- having -- said -- after wavelength conversion is carried out by 506  $\lambda_2$ , it is outputted to the equipment output port 702 through the optical multiplexing machine 602.

[0053]

similarly, after the lightwave signal  $\lambda_3$  inputted into equipment input port 101 carries out wavelength conversion by the wavelength transducer 303 at wavelength  $\lambda_3$ , it is led to the 2nd wavelength transducer 511 by outputting to the output port 903 of the 4x4 optical switch 801 -- having -- said -- after wavelength conversion is carried out by 511  $\lambda_3$ , it is outputted to the equipment output port 703 through the optical multiplexing machine 603.

[0054]

similarly, after the lightwave signal  $\lambda_4$  inputted into equipment input port 101 carries out wavelength conversion by the wavelength transducer 304 at wavelength  $\lambda_4$ , it is led to the 2nd wavelength transducer 516 by outputting to the output port 904 of the 4x4 optical switch 801 -- having -- said -- after wavelength conversion is carried out by 516  $\lambda_4$ , it is outputted to the equipment output port 704 through \*\*\*\*\* 604.

[0055]

Similarly the lightwave signals  $\lambda_1$ - $\lambda_4$  inputted into equipment input port 102 By outputting to the output ports 905-908 of a request of the 4x4 optical switch 802 in conformity with Table 5, after changing into desired wavelength by the 1st wavelength transducer It is led to the 2nd target wavelength converter, and after wavelength conversion is carried out by the 2nd wavelength converter at desired wavelength, it is outputted to the equipment output ports 701-704 through the optical multiplexing machines 601-604.

[0056]

Similarly the lightwave signals  $\lambda_1$ - $\lambda_4$  inputted into equipment input port 103 By outputting to the output ports 909-912 of a request of the 4x4 optical switch 803 in conformity with Table 5, after changing into desired wavelength by the 1st wavelength transducer It is led to the 2nd target wavelength converter, and after wavelength conversion is carried out by the 2nd wavelength converter at desired wavelength, it is outputted to the equipment output ports 701-704 through the optical multiplexing machines 601-604.

[0057]

Similarly the lightwave signals  $\lambda_1$ - $\lambda_4$  inputted into equipment input port 104 By outputting to the output ports 913-916 of a request of the 4x4 optical switch 804 in conformity

with Table 5, after changing into desired wavelength by the 1st wavelength transducer. It is led to the 2nd target wavelength converter, and after wavelength conversion is carried out by the 2nd wavelength converter at desired wavelength, it is outputted to the equipment output ports 701-704 through the optical multiplexing machines 601-604.

[0058]

Although this example explained only one case the regulation shown in Table 5 or 6 -- being based -- every -- the wavelength conversion wavelength of the 1st wavelength converter 301-316 -- every -- the connection condition of the input/output port of the 4x4 optical switches 801-804, and every -- by setting up the wavelength conversion wavelength of the 2nd wavelength converter 501-516. It can output to the input port of the optical multiplexing machine by which each wavelength of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into each equipment input port was connected to each equipment input port in the combination of arbitration, and operates as an optical cross-connect system.

[0059]

as mentioned above, if the optical cross-connect system of this invention makes M individual the number of multiple wave length of the wavelength multiplexing lightwave signal into which the number of input/output port is inputted in N individual and each input port, respectively, the number of wavelength which the number of input/output port required for SxS-AWG (S is an integer) is M, i.e.,  $S=M$ , respectively, and is needed for routing in connection with it will be set to  $2M-1$ , when wavelength circumference nature is in SxS-AWG and there is no wavelength circumference nature in M individual and SxS-AWG.

[0060]

When the number of the input/output port of SxS-AWG is MxN, respectively when the number of the multiple wave length of the wavelength multiplexing lightwave signal into which the number of input/output port is inputted in each [ N individual and ] input port, respectively in the optical cross-connect system realized by the conventional technique on the other hand is made into M pieces, the number of wavelength required for routing has wavelength circumference nature in SxS-AWG in connection with it and there is no wavelength circumference nature in a MxN individual and SxS-AWG, it becomes  $2 MxN-1$ .

[0061]

If this invention is compared with the conventional technique using the configuration of this example,  $N=4$  [ i.e., ], and  $M=4$ , in the optical cross-connect system by this invention. The number of wavelength which the number of input/output port required for SxS-AWG (S is an integer) is 4,  $S=4$  [ i.e., ], respectively, and is needed for routing in connection with it is set to 7, when wavelength circumference nature is in 4x4-AWG and there is no wavelength circumference nature in four pieces and 4x4-AWG.

[0062]

On the other hand, with the conventional technique, the number of wavelength which the number of input/output port required for SxS-AWG (S is an integer) is 16,  $S=16$  [ i.e., ], respectively, and is needed for routing in connection with it becomes 31 pieces, when wavelength circumference nature is in 4x4-AWG and there is no wavelength circumference nature in 16 pieces and 4x4-AWG.

[0063]

The optical cross-connect of this invention can oppress sharply the increment in the number of wavelength required for routing in the number list of input/output port of the wavelength circumference nature AWG with the increment in the multiplicity of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into an increment and each input port of the number of input port so that clearly also from the above.

Moreover, the problem of the cross talk between ports is avoidable in the limit list of the modulation band of a lightwave signal which occurs with the increment in the number of

ports of the wavelength circumference nature AWG which had become a problem in the conventional technique.

Therefore, this invention can offer the optical cross-connect system which was excellent in expandability.

[0064]

[The 2nd example]

The 2nd gestalt of the optical cross-connect system of this invention is shown in drawing 3 . The arrangement relation between the 1st wavelength transducer 301-316 and the 4x4 optical switches 801-804 differs from the 1st example of this invention of drawing 1 , each output port of the wavelength eliminators 201-204 is connected to the input port of the 4x4 optical switches 801-804, and the 1st wavelength transducer 301-316 is connected to each output port of the 4x4 optical switches 801-804.

[0065]

Each output port of the 1st wavelength transducer 301-316 is connected to the input port of the 4x4 array waveguide diffraction gratings 401-404 through the optical fiber 1000 as shown in drawing 3 .

About others, it is the same as drawing 1 of the 1st example of this invention.

In order to simplify drawing, the control unit which controls the 4x4 optical switches 801-804 in the 1st and 2nd wavelength transducers 301-316, 501 - 516 lists was omitted like the 1st example.

Moreover, it omitted from drawing also about the source of a wavelength good light variation which supplies similarly the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength converter 501-516.

[0066]

Like the first example of this invention, based on each of the 2nd wavelength converter explained to Table 2, Table 3, and a list above, and the relation of the equipment output ports 701-704 in Table 7 [ how it is connected with wavelength through 4x4-AWG 401-404 in which the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength converter 501-516 have wavelength circumference nature, and ] Furthermore, it was shown how the 1st wavelength converters 301-316 and equipment output ports 701-704 are connected with wavelength.

[0067]

[Table 7]

[0068]

Table 7 is a table showing the connection relation by the wavelength through NxN-AWG 401-404 which has the wavelength circumference nature of the first wavelength converter 301-316 and the second wavelength converter 501-516 in the second example.

For example, the 1st wavelength converter 310 is connected with wavelength  $\lambda_4$  through the 2nd wavelength converter 502 and 4x4-AWG 403, and is outputted from the equipment output port 701.

[0069]

In Table 8, moreover, based on each of the 2nd wavelength converter explained to Table 2, Table 4, and a list above, and the relation of the equipment output ports 701-704 [ how it is connected with wavelength through 4x4-AWG 401-404 in which the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength converter 501-516 do not have wavelength circumference nature, and ] Furthermore, it was shown how the 1st wavelength converters 301-316 and equipment output ports 701-704 are connected with wavelength.

[0070]  
[Table 8]

[0071]

Table 8 is a table showing the connection relation by the wavelength through NxN-AWG 401-404 which do not have the wavelength circumference nature of the first wavelength converter 301-316 and the second wavelength converter 501-516 in the second example. It is based on the regulation shown in Table 5 or 6 like the first example of this invention. every -- the connection condition of the input/output port of the 4x4 optical switches 801-804, and every -- the wavelength conversion wavelength of the 1st wavelength converter 301-316 -- every -- the connection condition of the input/output port of the 4x4 optical switches 801-804, and every -- by setting up the wavelength conversion wavelength of the 2nd wavelength converter 501-516 It can output to the input port of the optical multiplexing machine by which each wavelength of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into each equipment input port was connected to each equipment input port in the combination of arbitration, and operates as an optical cross-connect system.

[0072]

[Example 3]

The 3rd gestalt of the optical cross-connect system of this invention is shown in drawing 4. That there are no 4x4 optical switches 801-804 only differs from the 1st example of this invention of drawing 1.

The 1st wavelength converter 301-316 is connected to each output port of the wavelength eliminators 201-204.

[0073]

Each output port of the 1st wavelength transducer 301-316 is connected to the input port of a 4x4 array waveguide diffraction grating through the optical fiber 1000 as shown in drawing 4.

About others, it is the same as drawing 1 of the 1st example of this invention.

In order to simplify drawing, the control unit which controls 4x4 optical switch in the 1st and 2nd wavelength transducer lists was omitted like the 1st example.

Moreover, it omitted from drawing also about the source of a wavelength good light variation which supplies similarly the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in the 1st wavelength converter and the 2nd wavelength converter.

[0074]

Like the second example of this invention, based on each of Table 2, Table 3, and the 2nd wavelength converter 501-516 explained to the list above, and the relation of the equipment output ports 701-704 in Table 7 [ how it is connected with wavelength through 4x4-AWGs 401-404 in which the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength converter 501-516 have wavelength circumference nature, and ] Furthermore, it is shown how the 1st wavelength converters 301-316 and equipment output ports 701-704 are connected with wavelength. For example, the 1st wavelength converter 310 is connected with wavelength  $\lambda_4$  through the 2nd wavelength converter 502 and 4x4-AWG403, and is outputted from the equipment output port 701.

[0075]

In Table 8, moreover, based on each of Table 2, Table 4, and the 2nd wavelength converter 501-516 explained to the list above, and the relation of the equipment output ports 701-704 [ how it is connected with wavelength through 4x4-AWGs 401-404 in which the 1st wavelength converter 301-316 and the 2nd wavelength converter 501-516 do not have

wavelength circumference nature, and ]Furthermore, it is shown how the 1st wavelength converters 301-316 and equipment output ports 701-704 are connected with wavelength.

[0076]

Unlike the first of this invention, and the second example, this example is based on the regulation shown in Table 5 or 6. every -- the connection condition of the input/output port of the 4x4 optical switches 801-804, and every -- the wavelength conversion wavelength of the 1st wavelength converter 301-316 -- every -- the connection condition of the input/output port of the 4x4 optical switches 801-804, and every -- by setting up the wavelength conversion wavelength of the 2nd wavelength converter 501-516 Although each wavelength of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into each equipment input port cannot be outputted to the input port of the optical multiplexing machine connected to each equipment input port in the combination of arbitration Each wavelength of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into each equipment input port can be outputted to each equipment output ports 701-704 in the combination of arbitration.

That is, it operates as an optical cross-connect system which outputs the lightwave signal which is inputted into each equipment input port, and by which wavelength multiplexing was carried out to the desired equipment output ports 701-704.

[0077]

[wavelength converters 301-316 -- said -- example [ of 501-516 ] of configuration]  
the wavelength converters 301-316 which use drawing 5 -8 in the 1st example of this invention - the 3rd example -- said -- the example of a configuration of 501-516 is shown. however, the wavelength converters 301-316 -- said -- all about 501-516 do not necessarily need to use the wavelength converter of the same gestalt.

Drawing 5 consists of Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuits using the mutual phase modulation property of having used the semi-conductor optical amplification component.

[0078]

After penetrating an optical isolator 1200, the continuation light (changed light) of wavelength  $\lambda_{cw}$  which was inputted into the input port 1010 of a wavelength converter and which is supplied from the source of a wavelength good light variation branches with the optical coupler 1300-1, and is inputted into the semi-conductor optical amplification component 1100-1 and 1100-2.

On the other hand, the lightwave signal (on-the-strength strange modulated light signal) of wavelength  $\lambda_s$  is inputted from the input port 1011 of a wavelength converter, and is inputted into the semi-conductor optical amplification component 1100-1 through the optical coupler 1300-2.

As for two semi-conductor optical amplification components 1101-1 and the output light of 1100-2, a Mach-Zehnder interferometer is constituted by the optical coupler 1300-3.

[0079]

If a lightwave signal (lightwave signal on the strength) inputs into the semi-conductor optical amplification component 1100-1, the refractive index of the semi-conductor optical amplification component 1100-1 will change, and the phase of the continuation light inputted from the input port 1010 through which it passes will change with the strength of the level of a lightwave signal on the strength [ optical ].

Therefore, if the phases of each continuation light taken out by two semi-conductor optical amplification components 1100-1 and the outgoing end of 1100-2 differ and it joins together with the optical coupler 1300-3, a phase change will appear as a change on the strength, and the light of wavelength  $\lambda_{CW}$  to which intensity modulation of the same logic (or reversal logic) as a lightwave signal (on-the-strength strange modulated light signal) was carried out will be outputted to the output port 1012 of a wavelength converter as a



wavelength conversion light.

[0080]

Other examples of the wavelength converter which consists of Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuits using the mutual phase modulation property using a semi-conductor optical amplification component are shown in drawing 6 .

The point that the location of the optical coupler 1300-2 which lightwave signal  $\lambda_S$  inputs is different, and the point that the optical filter 1400 from which lightwave signal  $\lambda_S$  is removed is in the outgoing end of the optical coupler 1300-3 differ from the wavelength converter of the configuration of drawing 5 .

There may not be an optical isolator 1200.

The actuation from which wavelength  $\lambda_S$  of the lightwave signal by which intensity modulation was carried out is changed into wavelength  $\lambda_{CW}$  of continuation light is the same as the Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuit of the wavelength converter of the configuration of drawing 5 .

[0081]

In addition, although the example using the Mach-Zehnder-interferometer mold wavelength conversion circuit which used the semi-conductor optical amplification component above and which uses the mutual phase modulation property of a semi-conductor optical amplification component as a wavelength converter was shown, the wavelength converter using the mutual gain modulation characteristic of a semi-conductor optical amplification component can also be used.

Moreover, there are drawing 7 and drawing 8 as a wavelength converter which does not use the physical property of the above-mentioned semi-conductor optical amplification component.

In the wavelength converter of drawing 7 , after changing the lightwave signal to input into an electrical signal with the optical receiver 1500, this electrical signal is used, the driver electronic circuitry 1600 for an optical modulator drive is driven, and the continuation light currently supplied to the optical modulator 1800 from the source of a wavelength good light variation is modulated.

Thereby, wavelength conversion of the lightwave signal of wavelength  $\lambda_S$  is carried out at the lightwave signal of wavelength  $\lambda_{CW}$ .

[0082]

In the wavelength converter of drawing 8 , after changing the lightwave signal to input into an electrical signal with the optical receiver 1500, this electrical signal is used, the driver electronic circuitry 1610 for a laser modulation is driven, and the light (wavelength  $\lambda_{CW}$ ) of the source 1700 of a wavelength good light variation is modulated.

Thereby, wavelength conversion of the lightwave signal of wavelength  $\lambda_S$  is carried out at the lightwave signal of wavelength  $\lambda_{CW}$ .

[0083]

[The example of a configuration of the source of a wavelength good light variation]

As an example of the source of a wavelength good light variation which supplies the continuation light of the desired wavelength which has suitable optical reinforcement in the 1st wavelength converter and the 2nd wavelength converter which are used in the 1st example of this invention - the 3rd example, there is a configuration shown in multi-electrode diffraction-grating distribution reflective mold semiconductor laser or drawing 9 .

In multi-electrode diffraction-grating distribution reflective mold semiconductor laser, the phase and the Bragg wavelength of light can be changed by current impregnation from the electrode prepared in semiconductor laser, and the wavelength of the light to oscillate can be adjusted.

[0084]

On the other hand, the source of a wavelength good light variation shown in drawing 9 has the composition that two or more wavelength converters are sharable.

Namely, the single wavelength light source 3100-1 to 3100-4 of N individual ( drawing 9 shows the case of N= 4) which emits light in the continuation light of the wavelength from which this source 3000 of a share mold wavelength good light variation differs, The optical multiplexing machine 3400 by which the single wavelength light source 3100-1 to 3100-4 of N individual was connected to input port, The optical shunt 3300 to which the output port of the optical multiplexing machine 3400 was connected, and the optical separator 3500-1 to 3500-3 connected to each output port of the optical shunt 3300, It is constituted by the Nx1 optical switch 3200-1 to 3200-3 with the input port of N individual, and one output port.

[0085]

The output port of the Nx1 optical switch 3200-1 to 3200-3 is connected to the port of the request which should input the continuation light of a wavelength converter.

Through the optical multiplexing machine 3400, the optical coupler 3300, and an optical separator 3500-1 to 3500-3, it is divided and the continuation light from the single wavelength light source 3100-1 to 3100-4 which emits light in the continuation light of different wavelength is inputted into each wavelength in each input port of the Nx1 optical switch 3200-1 to 3200-3, as shown in drawing 9 .

By controlling the Nx1 optical switch 3200-1 to 3200-3, the continuation light of desired wavelength can be supplied to a wavelength converter.

The source 3000 of a wavelength good light variation shown in drawing 9 can share between the wavelength converter in the optical cross-connect system of this invention the single wavelength light source 3100-1 to 3100-4 which emits light in continuation light.

[0086]

Thus, the point which changes this invention to one AWG with the conventional large number of ports about the optical cross-connect system which has flexible expandability to the increment in the number of ports as explained, and combines two or more AWGs with the small number of ports is the greatest advantage.

Although problems, such as increase of a limit / cross talk between ports of a modulation band, will arise if wavelength spacing between the ports where the number of ports of AWG which can be manufactured especially has a limit, and AWG adjoins with the increment in the number of ports becomes small, according to the configuration of this invention, it becomes possible to solve such a problem.

[0087]

[Effect of the Invention]

As mentioned above, as concretely explained based on the example, in the optical cross-connect system of this invention, it is possible to suppress sharply the increment in the number of wavelength required for routing in the number list of input/output port of the wavelength circumference nature AWG with the increment in the multiplicity of the wavelength multiplexing lightwave signal inputted into an increment and each input port of the number of input port.

Moreover, the problem of the cross talk between ports is avoidable in the limit list of the modulation band of a lightwave signal which occurs by this with the increment in the number of ports of the wavelength circumference nature AWG which had become a problem in the conventional technique.

As mentioned above, this invention can offer the optical cross-connect system which was excellent in expandability.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the first example of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the topology of the first example of this invention.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the second example of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the third example of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 6] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 7] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 8] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 9] It is the block diagram of the source of a wavelength good light variation.

[Drawing 10] It is the explanatory view of a Prior art.

[Drawing 11] It is the explanatory view of an optical pass routing technique.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the wavelength relation between the input/output port of the wavelength circumference nature AWG in the conventional technique.

[Description of Notations]

101-104 Equipment input port

201-204 Wavelength eliminator

301-316 1st wavelength converter

401-404 Array waveguide diffraction grating

501-516 2nd wavelength converter

601-604 Optical multiplexing machine

701-704 Equipment output port

801 - 804 4x4 optical switch

The output port of 901 - 916 4x4 optical switch

1000 Optical Fiber

1010 1011 Input port of a wavelength converter

1012 Output Port of Wavelength Converter

1100-1 and 1100-2 Semi-conductor optical amplification component

1200 Optical Isolator

1300-1, 1300-2, and 1300-3 Optical coupler

1400 Optical Filter

1500 Optical Receiver

1600 Driver Electronic Circuitry for Light Modulation Mind Drive

1610 Driver Electronic Circuitry for Laser Modulation

1700 Source 1800 of Wavelength Good Light Variation Optical Modulator

2000 Electrical Signal Line

3000 Source of Wavelength Good Light Variation

3100-1 to 3100-4 Single wavelength light source

3200-1 - 3200-3 Nx1 optical switch

3300 Optical Shunt

3400 Optical Multiplexing Machine

3500-1 to 3500-3 Optical separator

4000 16X16-Wave Circumference Nature Array Waveguide Diffraction Grating

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the

original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the first example of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view showing the topology of the first example of this invention.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the second example of this invention.

[Drawing 4] It is the block diagram showing the optical cross-connect system of the third example of this invention.

[Drawing 5] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 6] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 7] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 8] It is the block diagram of a wavelength converter.

[Drawing 9] It is the block diagram of the source of a wavelength good light variation.

[Drawing 10] It is the explanatory view of a Prior art.

[Drawing 11] It is the explanatory view of an optical pass routing technique.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the wavelength relation between the input/output port of the wavelength circumference nature AWG in the conventional technique.

[Description of Notations]

101-104 Equipment input port

201-204 Wavelength eliminator

301-316 1st wavelength converter

401-404 Array waveguide diffraction grating

501-516 2nd wavelength converter

601-604 Optical multiplexing machine

701-704 Equipment output port

801 - 804 4x4 optical switch

The output port of 901 - 916 4x4 optical switch

1000 Optical Fiber

1010 1011 Input port of a wavelength converter

1012 Output Port of Wavelength Converter

1100-1 and 1100-2 Semi-conductor optical amplification component

1200 Optical Isolator

1300-1, 1300-2, and 1300-3 Optical coupler

1400 Optical Filter

1500 Optical Receiver

1600 Driver Electronic Circuitry for Light Modulation Mind Drive

1610 Driver Electronic Circuitry for Laser Modulation

1700 Source of Wavelength Good Light Variation

1800 Optical Modulator

2000 Electrical Signal Line

3000 Source of Wavelength Good Light Variation

3100-1 to 3100-4 Single wavelength light source

3200-1 - 3200-3 Nx1 optical switch  
3300 Optical Shunt  
3400 Optical Multiplexing Machine  
3500-1 to 3500-3 Optical separator  
4000 16X16-Wave Circumference Nature Array Waveguide Diffraction Grating

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DRAWINGS**

[Drawing 1]

[Drawing 2]

[Drawing 3]

[Drawing 4]

[Drawing 5]

[Drawing 6]

[Drawing 7]

[Drawing 8]

[Drawing 9]

[Drawing 10]

[Drawing 11]

[Drawing 12]

[Translation done.]